



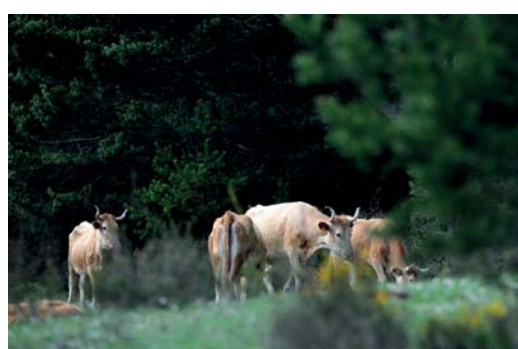
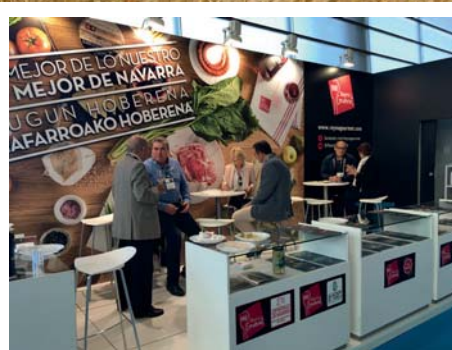
DESTACAMOS:

**INTERNET DE LAS COSAS:
VIGILANCIA DE RIEGO EN LA
CAMPAÑA 2020 DEL CANAL DE
NAVARRA**

**DIGITALIZACIÓN DE LA AGRICULTURA:
RETO Y OPORTUNIDAD**

**INNOVACIÓN:
EL PAPEL, ALTERNATIVA SOSTENIBLE
AL ACOLCHADO AGRÍCOLA**





Transferencia e innovación en el Sector Agroalimentario
Sostenibilidad, Medio Ambiente y Alimentos de Calidad

Aportando soluciones desde 1980



El Fondo Europeo Agrícola
de Desarrollo Rural invierte
en las zonas rurales

Gobierno de Navarra  Nafarroako Gobernua

www.intiasa.es

Avda. Serapio Huici 22. 31610 Villava (Navarra). T: +34 948 013 040 - F: +34 948 013 041. intiasa@intiasa.es



NOTICIAS

02 | En INTIA, más orgullosos que nunca de trabajar para el sector agrario y alimentario en la crisis del Covid-19... [\(+ noticias\)](#)



04

TECNOLOGÍA

Digitalización de la agricultura, un reto y una oportunidad



09

TECNOLOGÍA

IoT aplicado a la vigilancia de los turnos de riego
Campaña 2020. Zona Regable del Canal de Navarra



13

INNOVACIÓN

El papel como alternativa sostenible al acolchado agrícola
Proyecto MULCH 360



23

EXPERIMENTACIÓN

Brócoli en Navarra
Resultados de la experimentación en la campaña 2019-2020



31

PROYECTOS

SMART PROTEIN. Cultivos proteicos en agricultura ecológica



34

PROYECTOS

AGRILINK.
La toma de decisiones y el papel del asesoramiento en la innovación sostenible



38

ANÁLISIS

Encuesta a ganaderos de ovino Latxo de Navarra



41

SANIDAD ANIMAL

Tuberculosis: conocer y prevenir
Enfermedad para los animales y para las personas





EN INTIA, MÁS ORGULLOSOS QUE NUNCA DE TRABAJAR PARA EL SECTOR AGRARIO Y ALIMENTARIO EN LA CRISIS DEL COVID-19

Durante todas las semanas de confinamiento y desescalada por la crisis del COVID-19, INTIA ha estado acompañando de cerca al sector agrario y alimentario, considerando su labor también esencial y orgullosos de poder proporcionar su apoyo y sus servicios en esta complicada situación.

Por otra parte, además de transmitir públicamente su APOYO y AGRADECIMIENTO al sector agroalimentario de Navarra por sus esfuerzos durante la crisis, ha colaborado activamente en las campañas de comunicación dirigidas a fomentar el consumo local utilizando sus redes sociales y las de la marca Reyno Gourmet para lanzar el mensaje: "AHORA MÁS QUE NUNCA CONSUME PRODUCTOS DE NAVARRA". Así ha querido contribuir a apoyar a nuestros productores y productoras de alimentos, ganaderos y ganaderas animando a consumir espárragos, alcachofas, queso, cordero y ternera de Navarra, productos de denominación y alimentos ecológicos de cercanía, etc...

Todos los equipos de trabajo de INTIA han permanecido activos y han continuado trabajando para ofrecer asesoramiento agrícola y ganadero; avanzar con los regadíos previstos; con la experimentación y la investigación; continuar con los estudios, con la información económica y con el apoyo a jóvenes; así como controlar, certificar y promocionar los productos alimentarios.

NUEVA CAMPAÑA DE PACHARÁN NAVARRO



El Consejo Regulador de la Indicación Geográfica Pacharán Navarra ha lanzado durante el confinamiento una campaña de comunicación positiva para llegar a su público, un consumidor diverso y exigente, proponiéndoles con simpatía y humor cómo tomarse la vida y siempre acompañados de Pacharán Navarra. El eslogan "TÓMATELO CON....." (Mucha calma, tiempo para ti...) pretende escenificar diferentes situaciones de consumo pero siempre en buena compañía.



FINALIZAN CON ÉXITO LOS CURSOS INTIA DE INCORPORACIÓN DE JÓVENES

El Campus Virtual de INTIA y un esfuerzo especial conjunto de profesorado y alumnado ha hecho posible que 39 jóvenes navarros, 21 agricultores y 18 ganaderos, finalizaran con éxito esta curiosa edición de los Cursos de Incorporación al sector agrario caracterizada por la especial situación de confinamiento derivada de la pandemia causada por el COVID-19.

A mediados de febrero y ante esta nueva situación, INTIA apostó por continuar los cursos de manera no presencial utilizando herramientas de teletrabajo y clases por videoconferencia. El alumnado se ha convertido, aún más si cabe, en el verdadero protagonista del aprendizaje asumiendo la situación como un ejercicio de responsabilidad y madurez. Cada cual ha establecido su plan de estudio personal, con rutinas y hábitos de trabajo particulares, pero ha estado acompañado en la distancia por el profesorado y ha tenido el apoyo de los recursos y herramientas digitales que INTIA ha puesto a su disposición, coordinados por Pilar Larumbe.

VUELVEN LAS JORNADAS DE PUERTAS ABIERTAS DE INTIA

Este año, se harán visitas virtuales a los ensayos realizados por INTIA. Se presentarán las características de las variedades ensayadas de cultivos extensivos de invierno, así como las plagas y enfermedades que les afectan y las posibilidades que existen de control de las mismas.

Dirigido a agricultores/as de cooperativas de la Zona Media y Baja Montaña, se celebran tres jornadas: el 9, 10 y 11 de junio.

COMEMOS EN CASA / COMEMOS DE CASA



“Comemos en casa, comemos de casa/ Elige productos de Navarra. Ganas tú; gana nuestra tierra” es el lema de la campaña que puso en marcha el pasado mes de abril el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra de la mano de INTIA–Reyno Gourmet, con el fin de promocionar el consumo de productos agroalimentarios navarros.

Esta campaña tiene un doble objetivo: reconocer y valorar el trabajo de las y los agricultores y ganaderos, cuya labor esencial es aún más palpable en estos tiempos de crisis sanitaria, y también impulsar la economía local.

DEL CAMPO A TU MESA



“Del campo a la mesa/Sardetik sardeskara” es una página web promovida por INTIA que conecta a productores/as agroalimentarios que realizan venta a domicilio con los consumidores.

La web de INTIA acoge desde el mes de abril un espacio dedicado a reforzar la venta a domicilio de los productos locales de calidad que producen titulares de explotaciones agrarias de Navarra (<https://www.intiasa.es/web/es/promocion/venta-directa-y-canales-cortos>). Muestra dónde comprar los productos y ofrece, tanto en formato de mapa como de listado, una relación de proyectos colectivos (en las que un grupo de productores y productoras ponen en común sus alimentos para ofrecer cestas multiproducto) y de productores individuales que comercializan a domicilio sus productos. Con esta iniciativa se quiere ayudar a los productores que, a consecuencia de la pandemia generada por el COVID-19, han sufrido problemas de comercialización por canales de distribución normales y buscan dar salida a sus productos mediante entrega a domicilio, personalmente o por mensajería, de los alimentos que producen.

LOS GANADEROS MUESTRAN SU LADO MÁS SOLIDARIO EN LA PANDEMIA DEL COVID-19



Ganaderos de IGP Cordero de Navarra y de Navarxerri mostraron su lado más solidario durante el confinamiento donando gorrines y corderos a residencias de ancianos y comedores sociales.

Desde la IGP Cordero de Navarra / Nafarroako Arkumea, con su presidente Javier Ayecheu al frente, se coordinó la entrega de carne a las Hermanitas de los Pobres de Pamplona, el comedor París 365, Cáritas, los Centros de acogida Vida Nueva y la residencia de Tafalla San Francisco Javier. En esta acción han colaborado de manera solidaria los ganaderos, la Cooperativa de Ovino y Vacuno de Navarra, el matadero Comarcal de Tudela y el Gremio de Carniceros. Por otro lado, el grupo navarro de ganaderos de porcino, Navarxerri, ha repartido ya 84 gorrines, que suponen 1.260 raciones, con el objetivo de ayudar a las personas más vulnerables en estos tiempos de crisis bajo la coordinación de Txus Lumbreras, gestor de Navarxerri y técnico de INTIA.

ACCESO LIBRE A LA PLATAFORMA AGROASESOR

La sociedad pública INTIA, adscrita al Dpto. de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, ha dado acceso libre a la plataforma tecnológica web AGROasesor para ayudar a que personal técnico y agricultores, en estos momentos difíciles de confinamiento por el coronavirus, puedan controlar sus cultivos mediante imágenes de satélite desde un ordenador.

Para acceder libremente a la plataforma es necesario entrar en esta página web: <https://agroasesor.prodevelop.es/> e identificarse con el usuario: PyrenEOS y la contraseña: demo1. Esta innovadora herramienta viva, en constante desarrollo, y el Asesoramiento técnico personalizado del equipo de INTIA, constituyen un tándem de gran valor para los profesionales de la agricultura navarra.



TECNOLOGÍA

Digitalización de la agricultura, un reto y una oportunidad

Alberto Lafarga Arnal. INTIA.

La digitalización de la agricultura forma parte de un proceso más grande que abarca a toda la sociedad actual y está cambiando de manera profunda las relaciones económicas, comerciales y sociales. El pasado mes de octubre de 2019, Alberto Lafarga, Coordinador del Área de Transferencia de INTIA, centró en este tema tecnológico su Conferencia inaugural del XVIII Encuentro de INIA de Iberoamérica que se celebró en Navarra y en el que participaron expertos de España y los países iberoamericanos. Habló del contexto cultural en el que la sociedad en general y el sector agrario en particular se encuentra respecto a la digitalización.

El estudio anual de redes sociales en España 2019 muestra cómo la población española utiliza en su gran mayoría las redes sociales, incluso varias de ellas, de una manera habitual. **El teléfono móvil es el soporte claramente más utilizado.** La experiencia de INTIA con los agricultores refuerza y acentúa el resultado de esta encuesta. El uso masivo del móvil como medio de comunicación durante el confinamiento debido a la pandemia del coronavirus ha venido a reforzar claramente esta tendencia.

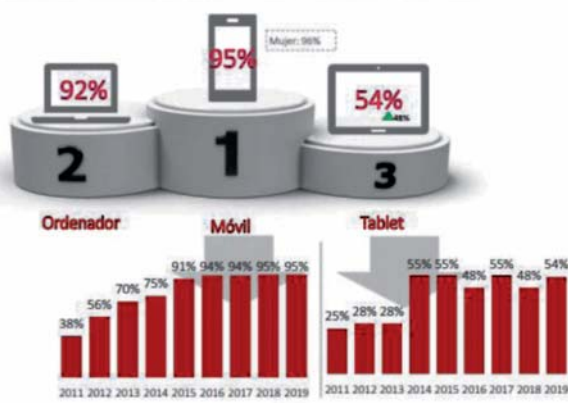
Como se puso de manifiesto en la conferencia, los distintos actores que participan en la economía agraria están ya o van a estar muy pronto implicados en los procesos de digitalización en sus áreas de actividad. Empezando por los investigadores y siguiendo por los técnicos de extensión y asesoramiento, los gestores colectivos, hasta llegar a los agricultores, aunque sin olvidar el papel que deberán jugar las administraciones y empresas de servicios. De todo ello, pero sobre todo de los retos y oportunidades que genera la digitalización, se habla en este artículo.

Digitalización, según el Diccionario de la Lengua Española, supone la acción y efecto de digitalizar, es decir, registrar datos en forma digital o, en su segunda acepción, convertir o codificar en números dígitos datos o informaciones de carácter continuo, como una imagen fotográfica, un documento o un libro. No obstante, tal vez la definición de un niño nos ayude a entender de un modo más sencillo de qué estamos hablando, **“la digitalización consiste en hacer cosas útiles con un dedo en una pantalla, y prescindir del papel”**. Así pues **digitalizar comienza por cambiar de soporte**, y tal vez este es el aspecto clave, pasar la información del papel, donde es muy estática y poco utilizable, a un medio digital (ordenador, tableta, teléfono móvil) desde donde podré darle muchos más usos.

Es práctico abordar el tema de la digitalización mediante tres preguntas clave, **qué queremos digitalizar, para qué y para quién**. La respuesta a la pregunta de qué digitalizar va a ser distinta según se trate de unos u otros actores. **Se puede digitalizar información** (noticias de la cooperativa, un documento de la PAC, etc.), **conocimiento**



Gráfico 1. Dispositivos de conexión a internet



Fuente: IAB Spain "Estudio Anual Redes Sociales" 2019

Conferencia inaugural en el marco del XVIII Encuentro de INIA de Iberoamérica (23-Oct-2019). El ponente es Alberto Lafarga, Coordinador del Área de Transferencia de INTIA.

(una recomendación de un técnico, un manual de cultivo, etc.) **y datos** (cultivos, dosis fertilizantes, uso de fitos, etc.), básicamente. Claro, que para decidir qué digitalizar será interesante responderse a la pregunta de para qué tomarse ese trabajo. En este caso las respuestas son bien precisas y la experiencia las avala, **digitalizamos para hacer la información y el conocimiento más accesible, y en el caso de los datos para compartirlos y poder hacer un aprovechamiento colectivo sobre el que profundizaremos más adelante (big data).**

Todavía nos queda una pregunta importante que responder y es para quién digitalizamos y en ese caso la primera respuesta es para tu propio uso y provecho, aunque también puedo hacerlo para mis amigos (fotos), mis colegas (de la cooperativa, etc.), mis clientes (empresas), la comunidad del conocimiento AKIS (técnicos, gestores, administración, empresas, ciencia, etc.) o para los requerimientos administrativos (declaración PAC, cuadernos de campo, etc.), o bien finalmente para el uso de tecnologías avanzadas de agricultura de precisión (máquinas inteligentes, robótica, etc.).

Los datos son cada vez más valiosos, se están convirtiendo en una presa codiciada por parte de muchas empresas y entidades ya que pueden ser fuente de información valiosa para el mercado, por ello es importante desde el principio prestar especial atención a su protección, para que se haga con ellos sólo los usos que nos interesan y autorizamos. Por otra parte tam-

bién es fundamental el prestar especial atención a la calidad de los datos que ofrecemos digitalizados o utilizamos de otras fuentes, atendiendo a aspectos como la certidumbre, la precisión o la contextualización (metadatos).

LAS BARRERAS PARA LA DIGITALIZACIÓN DE LA AGRICULTURA

Si bien son significativas, las experiencias recientes van demostrando cómo pueden ir superándose, aplicando soluciones y recursos allá donde son demandados.

La necesidad de formación en el área digital y la brecha digital constituyen la primera barrera con la que nos encontramos en el sector agrario, si bien las nuevas generaciones de agricultores y ganaderos jóvenes no encuentran dificultades para adecuarse a este proceso. Por otra parte, y de un modo general, la **falta de infraestructuras suficientes en el medio rural**, especialmente la garantía de una cobertura de calidad, sí es una barrera importante. Hay que reseñar también los **problemas de conectividad e interoperabilidad entre sistemas y máquinas**, fruto de desarrollos tecnológicos o estrategias comerciales insuficientemente regulados. Por último es importante citar **las necesidades de inversión y el coste de los recursos necesarios**, que hace inaccesible el acceso a la digitalización a los pequeños agricultores.

Por otra parte, estamos asistiendo a un aumento significativo del trabajo administrativo en la explotación para el que se necesitan muchos datos y tiempo. Ya no basta con llevar los apuntes en el calendario del garaje o en una libreta de bolsillo, como se hacía antes. **Hoy el agricultor, ante el reto de la digitalización, necesita servicios externos** que le ayuden en estas tareas mientras él puede centrarse en las tareas propias de la

producción y comercialización de sus cultivos y productos. Del mismo modo, explotaciones cada vez más tecnificadas necesitan disponer de acceso a la información técnica y administrativa de forma rápida y eficaz, lo que obliga a empresas y administraciones a ofrecer sus servicios digitalizados. O tal vez son las empresas las que comienzan ofreciendo servicios digitales que incentivan el cambio en las explotaciones agrarias (gestión de flotas de tractores, ofertas de teledetección, etc.).

Las administraciones públicas están siendo actores significativos en este proceso con la digitalización de la PAC, la oferta de visores sigPAC, ventanillas digitales, etc.

AGROasesor o las app de riego y fertilización disponibles en el mercado; tal vez una de las necesidades más claras sea **la digitalización de cuadernos de explotación y otras demandas administrativas** derivadas de los requerimientos de las distintas administraciones; por último merece una mención especial la llamada **agricultura de precisión con la oferta de máquinas inteligentes y la robótica, (internet de las cosas, IoT)** que permiten utilizar muchos datos para la toma de decisiones en tiempo real, siendo los sensores y las máquinas las que se entienden directamente para gestionar la información, elaborar la mejor decisión y ejecutarla inmediatamente, sobre la marcha.

LAS OPORTUNIDADES DE LA DIGITALIZACIÓN

Las oportunidades que ofrece la digitalización de la agricultura son muchas pero se resumen en una idea: pueden facilitar sus funciones a todos los actores del sector.

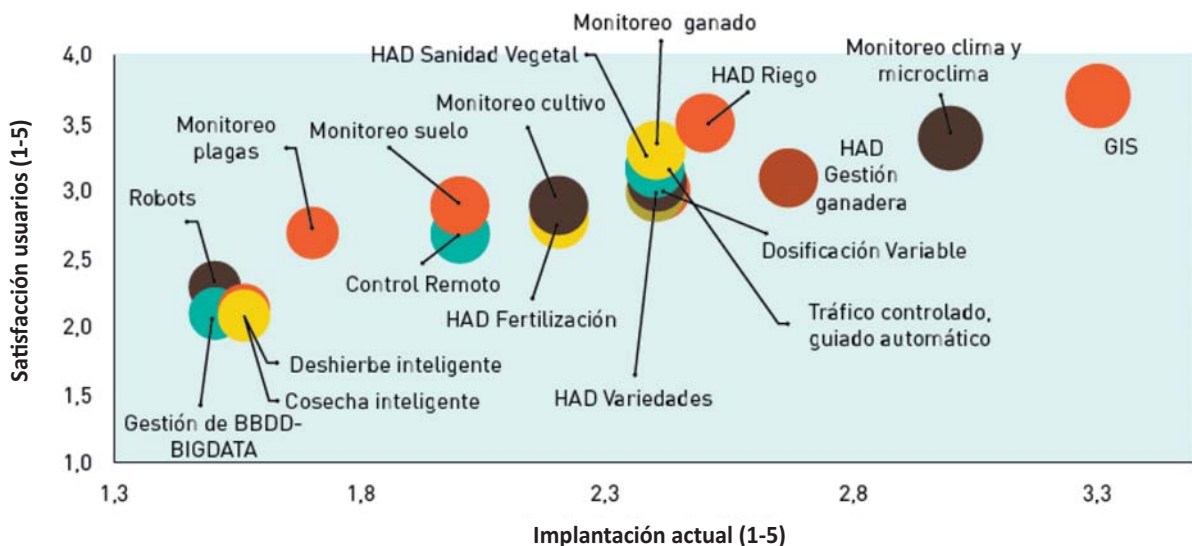
En el área de la comunicación entre actores, las llamadas TIC abren muchas posibilidades a la interacción entre personas profesionales siendo las redes sociales un claro ejemplo de ello. Cada vez son más las TIC colaborativas (plataformas tecnológicas, aplicaciones, etc.) diseñadas para prestar servicios específicos a los miembros de entidades asociativas como cooperativas o comunidades de regantes. Por supuesto en el mundo del comercio las expectativas son enormes y las aplicaciones disponibles cada vez mayores, por ejemplo para garantizar la trazabilidad a lo largo de la cadena de valor.

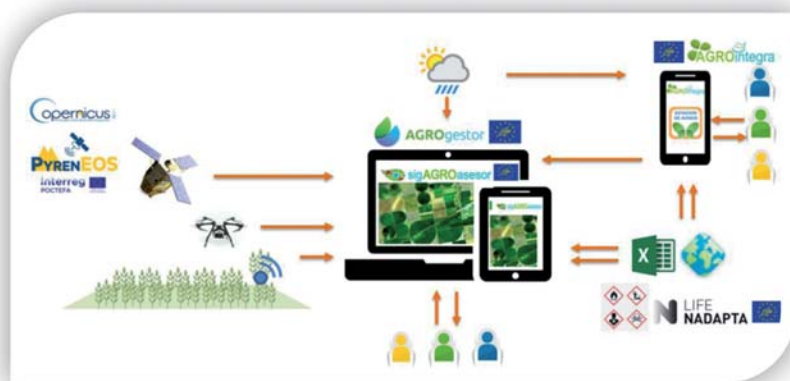
En el campo de la gestión de la explotación y la toma de decisiones, a cada proceso corresponde el desarrollo de instrumentos o utilidades digitales adecuadas. Sirvan de ejemplo **las plataformas de asesoramiento digital ya en marcha como**

LOS DATOS, UN VALOR A DESCUBRIR

La minería de datos consiste en el **análisis inteligente de datos** desde diferentes perspectivas cuyo objetivo es descubrir y presentar un conocimiento útil a partir de los datos recopilados. Pero sin duda para poder realizar un buen trabajo de minería **es necesario partir de un diseño apropiado de las bases de datos**. La **Vigilancia Tecnológica** es una de las bases de datos del conocimiento más significativas en la agricultura y en cualquier otra ciencia, permitiendo disponer en línea a nivel del Estado de la situación más reciente en cualquiera de los temas de interés buscados. Junto a esto, cada vez están teniendo más relevancia los **Datos de Investigación y de Experimentación, compartidos en bases de datos públicas. Datos de Registros Oficiales, Fitosanitarios, Fertilizantes, Semillas, mantenidos por la Administración pública, son un soporte legal importante para la toma de decisiones** y por tanto de gran utilidad para técnicos y agricultores. Pero también estos últimos, con el registro de su actividad, construyen bases de datos muy cotizadas como lo son las bases de datos de trazabilidad real de los cultivos en parcela, cuadernos de explotación digitalizados, etc.

Gráfico 2. Estado de productos y servicios digitales en la agricultura española





Por otra parte, **los Sistemas de Información Geográfica SIG** están resultando ser un soporte de datos diversos de gran utilidad para la toma de decisiones en la agricultura de precisión, al posibilitar imputar información precisa a cada pixel, parcela agrícola o unidad geográfica de un cultivo. De este modo, los servicios públicos de información climática y meteorológica (AEMET, SIAR) ofrecen información en forma de datos georreferenciados, al igual que los mapas de suelos o la cartografía de riesgos abióticos como heladas o golpes de calor. Por otro lado, la monitorización de riesgos bióticos como enfermedades, plagas, malas hierbas, gestionada desde soportes georreferenciados SIG supone asimismo una gran oportunidad para la mejora de los sistemas de control.

Una mención especial merecen las **Aplicaciones del Programa Copernicus, constelación de satélites Sentinel que ofrecen imágenes digitales del terreno y los cultivos** con una frecuen-

cia, precisión y calidad significativas para su uso en las estrategias de fertilización, riego o control de plagas.

Las administraciones están también jugando un papel importante creando soportes públicos para impulsar el despliegue de la digitalización a todos los niveles, como son los Servicios Digitales Colaborativos DIH y Bases de Datos Públicas como SIGPAC, Censos Ganaderos, Estadística Agraria, etc.

CONCLUSIONES

Retos, barreras, oportunidades están presentes por igual en la aventura de la Digitalización de la Agricultura. El camino por recorrer es todavía largo. **La cooperación y la colaboración entre actores diversos es imprescindible** en este proceso. Los datos, bien gestionados, son y van a ser todavía más una fuente inagotable de conocimiento.

agroviva
alimenta y nutre el suelo

agroviva, el fabricante de micronutrientes agroecológicos para el suelo, obtiene la Certificación en ecológico de los cuatro productos que vende en sólido.

La empresa con sede en Burgos experimenta un fuerte aumento en la demanda de sus productos, abriéndose a la exportación, con el objeto de ganar cuota este 2020.

Tras ampliar su planta de fabricación, tiene previsto lanzar al mercado una gama de productos líquidos para incorporar al suelo por fertilización foliar.

PRODUCTOS ECOLÓGICOS CERTIFICADOS:

Envases de 20kg, y Big bag de 500-1000kg.



agroviva® **SUN**

Basalto micronizado 100%
La auténtica harina de Basalto.



agroviva® **SUN PLUS**

Basalto micronizado con 20%
Humus de Lombriz.



agroviva® **CALCIUM**

Enmienda cálcica, Basalto micronizado
con 20 % cascara de huevo.



agroviva® **FORCE**

Enmienda Húmica, Basalto
micronizado con 20% de Leonardita.



PRINCIPALES ACTORES DEL PROCESO DE DIGITALIZACIÓN

Los servicios de extensión y asesoramiento

Veamos a continuación el papel de los distintos actores del sector en el despliegue de la digitalización. Empezamos por el papel de los Servicios de Extensión y Asesoramiento. El reto consiste en avanzar en el desarrollo de sistemas de **Asesoramiento Digital** basado en Herramientas digitales capaces de integrar el conocimiento y los datos disponibles utilizando soportes geográficos (SIG Sistemas de Información Geográfica), herramientas interactivas (HAD Herramientas de Ayuda a la Decisión; DST Decision Support Tools) e Itinerarios Técnicos dinámicos (IT). Concretamente sigAGROasesor es una de las plataformas en el terreno de lo público más avanzada en este sentido, ofreciendo ya servicios a técnicos y agricultores. Otra de las herramientas digitales es la **Receta Electrónica** personalizada e informada, que permite conectar al agricultor con su técnico asesor y su proveedor habitual, registrando al mismo tiempo la actividad en los cuadernos administrativos de cada uno de ellos. Todo un reto para los asesores tradicionales es el **asesoramiento tecnológico**, dada el rápido desarrollo de las tecnologías, su complejidad y la necesidad de especialización. Hablamos por ejemplo de la sensorización de cultivos, clima y suelo, o del tratamiento de imágenes (satélites, drones y otros soportes), siempre necesitados de integrarse en algoritmos complejos de toma de decisión que integren el conocimiento técnico disponible. No cabe duda que en este sentido es importante establecer alianzas para trabajar en equipo con los especialistas públicos y privadas en cada una de estas disciplinas. Por último quisiera resaltar la importancia de ir creando y manteniendo buenas **Bases de Datos del conocimiento** (BackOffice) con funciones para el técnico asesor tanto de proveedor como de usuario. Este reto exige impulsar comunidades de usuarios que integre a todos los agentes generadores de conocimiento de los AKIS (sistemas del conocimiento agrario).

Los gestores colectivos

Un actor muy relevante en la agricultura actual es el gestor colectivo, gestores colectivos de cooperativas, comunidades de regantes, empresas, organizaciones, etc. La función principal que los gestores realizan (más allá de los servicios propios de la organización), consiste en la **producción y oferta de información** de utilidad para los agricultores

pertenecientes al colectivo gestionado. El gestor colectivo, con los datos agregados de los agricultores individuales, elabora información adicional siempre de gran interés para los agricultores, que puede ver los resultados de su actividad en comparación con los del colectivo al que pertenecen (sirvan de ejemplo el rendimiento de un cultivo o el consumo de agua de riego propios frente a la media del grupo o respecto al pelotón de cabeza).

Por otra parte, en la misma naturaleza de algunos colectivos está la **gestión de recursos** tan significativos como el agua (Comunidades de Regantes) o las materias primas (semillas, fertilizantes y fitosanitarios, etc.). En estos casos los gestores pueden ser al mismo tiempo proveedores de Herramientas y Servicios digitales colectivos para sus asociados, facilitando el acceso a la digitalización también a los pequeños agricultores.

Además, la gestión colectiva es un valor en sí misma, permitiendo ganar en operatividad, eficiencia, coste y calidad respecto a los usos individualizados. Un ejemplo significativo es el acceso al tratamiento de imágenes digitales satelitales (Sentinel). Estas imágenes tratadas colectivamente pueden ofrecer información de interés para cientos de parcelas y de hectáreas al mismo tiempo, desde necesidades de riego o de fertilizantes a la identificación de problemas en los cultivos.

Por último, los gestores colectivos están en la mejor posición para implementar en su organización **Plataformas digitales** que integran servicios de trazabilidad, asesoramiento digital de precisión, gestión por indicadores, programas ambientales y de desarrollo sostenible, etc. Un ejemplo avanzado en este campo es la plataforma sigAGROasesor, con la reciente incorporación de un módulo para los gestores colectivos, AGROgestor.

Los investigadores y las administraciones

El PAPEL (con mayúsculas) de los Investigadores y los Sistemas del Conocimiento AKIS es enorme; tienen que hacer su **contribución en el diseño de las bases de datos y las herramientas de minería de datos**.

Finalmente, las Administraciones Públicas tienen un papel fundamental en la **creación de Marcos legislativos** y reguladores y **Marcos de apoyo** al proceso de digitalización, formación, inversión, impulso a la innovación y la investigación (Horizonte Europa, PDR, EIP.Agrí).

TECNOLOGÍA

IoT aplicado a la vigilancia de los turnos de riego



Campaña de riego 2020 en la Zona Regable del Canal de Navarra

Idoia Ederra Gil. *Directora de Explotación de la zona regable de la Ampliación de la 1ª Fase del Canal de Navarra. INTIA*

El Internet de las Cosas (IoT) permite un conocimiento exhaustivo del funcionamiento y las rutinas de las infraestructuras que integran los servicios de suministro de agua de riego del Canal de Navarra.

Este conocimiento **servirá en el futuro** para ajustar cada vez más el dimensionado y presupuesto de las infraestructuras. Mejorará los proyectos porque existirá una definición más precisa de las necesidades reales. A partir de los datos almacenados se predecirán los futuros comportamientos y se optimizarán las infraestructuras.

Por supuesto, **es útil hoy** en el desempeño diario para atender las exigencias de los regantes.

En este artículo se explica cómo se aplica hoy el Internet de las Cosas en la **gestión de una de las redes de distribución en la Zona Regable del Canal de Navarra**.

La Zona Regable del Canal de Navarra se ha desarrollado coincidiendo con **el boom tecnológico de las TIC**, y dispone de una intensa incorporación de instrumentación en las redes de distribución del agua a presión alcanzando un nivel de monitorización relativamente alto en comparación con lo que se dispone en otras zonas regables similares.

Este avance tecnológico debe ir acompañado del mismo avance en los procedimientos para aumentar su efectividad.

Se accede a mucha información - **big data** - pero el reto está en la **mejora de la calidad de servicio** percibido por los clientes-regantes. La inversión en los sistemas de monitorización de entrega de agua se justifica si **se mejora la garantía de suministro de calidad**.

Esta tecnificación ya se aplica a la vigilancia de la organización de riego de zonas donde la intensificación de la alternativa de cultivos implantada, con respecto a la prevista, incrementa el riesgo de colapso de la red de distribución de agua.

SITUACIÓN EN EL CANAL DE NAVARRA

Las redes de distribución en la Zona Regable del Canal de Navarra suelen organizarse **a la demanda**: el usuario puede abrir el hidrante siempre que quiera y durante el tiempo que crea conveniente, estando únicamente limitado el caudal.

Únicamente y durante unas pocas semanas en julio y agosto, se establecen ciertas restricciones en el momento del riego.

Durante esas semanas en las que se asignan turnos de riego, el gestor de la comunidad de regantes **se apoya en la plataforma webSIG de AGUAS DE NAVARRA** que hace posible el seguimiento de los turnos.

La ordenación del riego de los hidrantes de un mismo ramal evita superar la simultaneidad de funcionamiento y permite ajustar los caudales a los de diseño de los tramos de la red, garantizando así una **entrega de agua en condiciones de presión adecuadas** para que las instalaciones en parcela trabajen de forma óptima.

La apertura de los hidrantes por parte del agricultor **se detecta en las unidades terminales remotas** del sistema de telecontrol que la comunica al centro de control. Éste dispone de la combinación de hidrantes agrupados en un mismo turno.

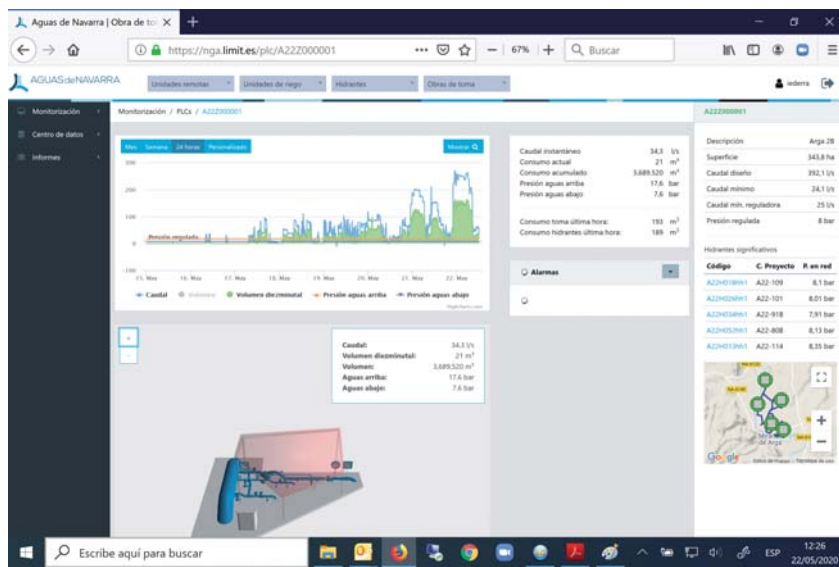
“Es primordial que el programador de riego en parcela se sincronice con el turno de riego que le corresponde.”

Esta forma de organización del riego pierde algo de libertad respecto a la demanda. Sin embargo, el agricultor es informado antes del inicio de la campaña de riego de los días del mes en los cuales va a disponer de agua, teniendo durante ese intervalo de tiempo total libertad para aplicar la cantidad que crea oportuna. Habitualmente se establecen dos turnos en los que se reparten los días pares e impares del mes.

Para la campaña de riego 2020, la sociedad concesionaria, encargada de la explotación, ha pronosticado que la red de distribución que atiende a **la zona regable XXII-Arga 2B de Miranda de Arga** corre el riesgo de colapsarse en los momentos punta de uso y ha diseñado unos turnos para implantar en esos momentos.

La zona de Arga 2B con una superficie regable de 344 hectáreas requiere, según el proyecto constructivo, de un caudal de 392 litros/segundo en los momentos punta de uso.

Figura 1. Monitorización de la obra de toma Arga 2B a través de la web: www.aguasdenavarra.com

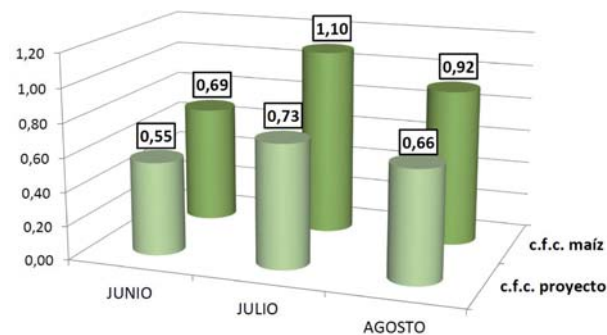


La valvulería (reductoras de $\phi 400$ y $\phi 100$ y de alivio $\phi 100$) instalada en la obra de toma, continuamente telecontrolada, regula la presión de funcionamiento de la red adecuándose a la demanda real que varía a lo largo de la jornada de riego de 0 hasta el caudal máximo de 392 litros/segundo. (Figura 1)

El estudio agronómico del proyecto indica que el **caudal ficticio continuo (c.f.c.) para el mes de máximas necesidades es $0,73 \text{ l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$** .

La probabilidad de colapso aumenta cuando se sobrepasa ese c.f.c. y en la **Figura 2** se puede observar la evolución de la demanda previsible para la campaña de riego 2020 en Arga 2B, donde según la declaración que han anticipado los agricultores se va a establecer un **monocultivo de maíz** en prácticamente la totalidad de la superficie.

Figura 2. Comparativa del c.f.c. en el proyecto constructivo de Arga 2B con la previsión para el verano 2020 (maíz)



La concesionaria ha evaluado la respuesta de la red a este escenario, utilizando el simulador SIGOPRAM, detectando las deficiencias de presión que se producen si se trabaja a demanda.

Figura 3. Esquema de la red de riego de Arga 2B



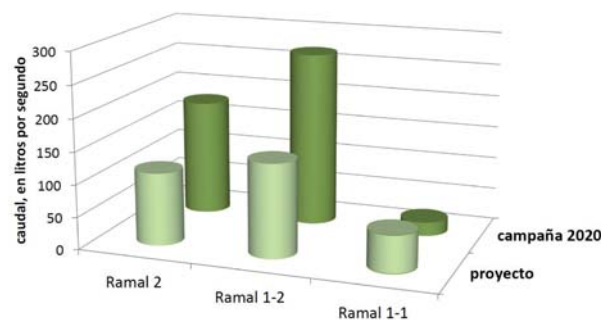
En el simulador se dispone del levantamiento topográfico de las conducciones que conforman la red, identificando la superficie y el cultivo abastecido.

En la **Figura 3** puede verse la estructura ramificada de la red de Arga 2B. De la arteria principal de Fundición Dúctil de $\phi 450-400$ mm arrancan 4 ramales principales: 3 de PVC de $\phi 315$ mm que suministran agua para regar respectivamente 62, 87 y 66 hectáreas cultivadas con maíz y uno de PVC de $\phi 250$ mm. Este último todavía no ha entrado en servicio.

La red se ha diseñado para abastecer 56 hidrantes con una dotación unitaria de $2,85 \text{ l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$. En la actualidad están en servicio 46 hidrantes.

El cálculo de caudales en el simulador se realiza aplicando Clément. Es un método probabilístico de apertura de hidrantes que va a depender principalmente del caudal ficticio continuo contemplado.

Figura 4. Comparativa de los caudales de diseño frente a los resultantes de la demanda 2020 en los ramales principales de la red de Arga 2B



En la **Figura 4** se comparan los caudales obtenidos en proyecto frente a los de la simulación de la campaña 2020. Los caudales que circulan por los ramales principales han aumentado un 50%.

La organización del riego permite atender a la mayor demanda, sin provocar anomalías (presiones insuficientes) en el funcionamiento del riego en parcela.

La WebSIG de Aguas de Navarra pone a disposición de las comunidades de regantes el mapa de hidrantes. (Figura 5)

Figura 5. El mapa de hidrantes de Arga 2B



Así, la comunidad en todo momento puede controlar a vista de pájaro la apertura de los hidrantes. Los hidrantes que están regando aparecen con un punto central en azul. (Figura 6)

En el transcurso de la campaña de riego la concesionaria, utilizando los datos del tele-control, genera de forma automática en su Web un listado de transgresores para el gestor de la comunidad de regantes donde éste puede consultar qué hidrantes, y los datos de contacto de los regantes que los manejan, que han transgredido el turno instaurado.

En la Figura 7 se puede ver una muestra de la pantalla de la web donde se informa de las transgresiones del turno.

Figura 6. Diseño de turnos A/B, antes del inicio de la campaña, para instaurar en Arga 2B

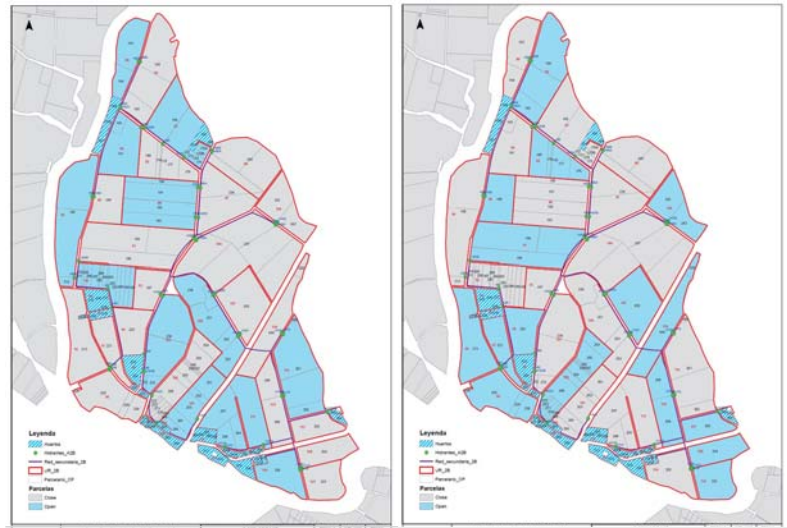
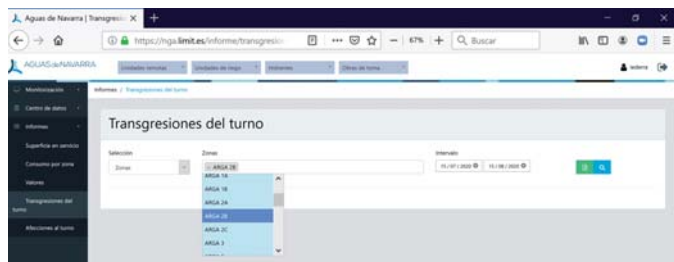


Figura 7. Descarga de las transgresiones del turno



“ La comunidad de regantes es la responsable de aplicar un régimen sancionador a aquellos transgresores que de forma repetida e intencionada se saltan el turno, perjudicando al colectivo.”

La comunidad instará a la concesionaria a cerrar de forma remota los hidrantes transgresores y su tiempo de riego se cederá a los afectados por el comportamiento insolidario.

No solo la comunidad tiene acceso, cualquier regante vía Internet puede acceder mediante “password” al estado de su hidrante, al tiempo y condiciones del riego o a los consumos propios de su unidad de riego.

La concesionaria está estudiando incorporar el envío de SMS con alarma a móvil del regante que gestiona el hidrante que registra la alarma. Los regantes deberán inscribirse, facilitar el número de teléfono al que enviar el mensaje y seleccionar las

alarmas que quieren recibir del listado disponible (que incluye, entre otras, la transgresión del turno establecido).

En cuanto sea posible y dada la importancia de la organización en la efectividad del riego y en consecuencia en la producción agrícola de estas áreas recientemente transformadas en regadíos de última generación, la concesionaria organizará jornadas de concienciación donde los representantes de las comunidades de regantes y los técnicos de INTIA participarán activamente. Este artículo es también un modo de contribuir con un “granito de arena” a la difusión de la plataforma para informar a los regantes.



El papel como alternativa sostenible al acolchado agrícola

Inmaculada Lahoz García, Amaya Uribarri Anacabe y Luis Orcaray Echeverría. INTIA.

Resultados del Proyecto MULCH 360

Ante el problema medioambiental que crea la generación de residuos plásticos en agricultura, el proyecto navarro **MULCH360** ha investigado la sustitución del plástico para acolchado agrícola por papel biodegradable.

Un consorcio formado por la sociedad pública **INTIA**, que aúna la investigación aplicada con la transferencia tecnológica agraria, y **Smurfit Kappa Navarra**, empresa líder en el desarrollo de papel de aplicación en múltiples sectores, ha llevado adelante durante dos años este interesante proyecto que ha utilizado y puesto a punto como acolchado para cultivos agrícolas papel biodegradable de fibras largas especialmente desarrollado para ese fin. Se trata de un Proyecto de I+D de transferencia tecnológica, financiado por el Gobierno de Navarra dentro de la convocatoria 2018, que se inició en febrero de ese año y finalizó en diciembre de 2019.

Para su ejecución, Smurfit Kappa Navarra aportó su conocimiento sobre la investigación industrial, su laboratorio de experimentación con papel y la fabricación de papel con la última tecnología disponible, e INTIA aportó su conocimiento en experimentación agraria, así como sus fincas e instalaciones agrícolas para testar los acolchados de papel en campo, tanto al aire libre como en invernadero. En este artículo presentan los resultados obtenidos.



Dentro del sector agrícola y concretamente en horticultura, tanto al aire libre como en invernadero, el uso de acolchados plásticos (principalmente polietileno) está ampliamente extendido. Las principales ventajas del uso de acolchados son el aumento de la temperatura del suelo, con el consiguiente aumento de la precocidad, el control de malas hierbas y la reducción del consumo de agua.

El acolchado plástico, tras su uso, genera un residuo que hay que gestionar. **En 2018 en Navarra se generaron 2.738 toneladas de residuos plásticos de uso agrario, de las cuales 1.505 toneladas correspondieron a plástico para acolchado exterior e interior (Gráfico 1).** Del total de residuos plásticos generados en agricultura sólo el 50% (1.360 t) fue recogido por un gestor de residuos, y de lo recogido un 14% se recicló. El porcentaje de valorización o reciclaje de plásticos de uso agrícola respecto a su generación fue sólo de un 7% (datos Agropecuarios-Inventario 2018, Gobierno de Navarra). En el caso concreto de los acolchados, la principal causa por la que no se reciclan es que las plantas de reciclado no admiten plásticos con más de un 5% de impurezas, mientras que los plásticos provenientes el sector agrícola contienen generalmente más de un 60%, por lo que la mayor parte acaba siendo un vertido generando un problema medioambiental.

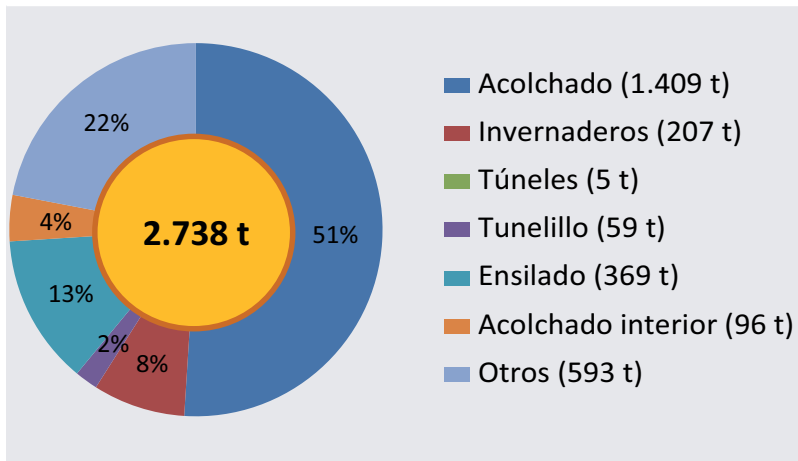
Los acolchados con materiales biodegradables buscan dar solución a la problemática de fondo que conlleva el uso de acolchado de plástico: si no se genera el residuo, no se genera el problema. Se pretende así acabar con un problema de residuos y contaminación potencial de los suelos, aire y agua.

En la búsqueda de nuevas alternativas al uso de plástico, el proyecto MULCH360 ha investigado la sustitución del plástico para acolchado agrícola por papel biodegradable de fibras largas. Es un proyecto perteneciente a la convocatoria de "Proyectos de I+D convocatoria 2018. Proyectos en Transferencia del Conocimiento" financiado por el Gobierno de Navarra. Se inició en febrero de 2018 y finalizó en diciembre de 2019.

Para ejecutarlo, se estableció un consorcio entre **Smurfit Kappa Navarra**, empresa líder en el desarrollo de papel de aplicación en múltiples sectores, e INTIA. Se abordó como un proyecto de transferencia tecnológica en el que Smurfit Kappa Navarra ha aportado su conocimiento sobre la investigación industrial, su laboratorio de experimentación con papel y la fabricación de papel con la última tecnología disponible, e INTIA aportó su conocimiento en experimentación agrícola, así como instalaciones agrícolas para testar los acolchados de papel en campo y en invernadero.

El objetivo general del proyecto ha sido llevar a cabo una investigación industrial para obtener un nuevo tipo de papel, aplicando nuevas soluciones tecnológicas, que permita su uso como acolchado agrícola, con el fin de sustituir los acolchados plásticos actuales por un acolchado biodegradable.

Gráfico 1. Residuos plásticos de uso agrícola generados en Navarra en 2018 (Agropecuarios- Inventario 2018, Gobierno de Navarra).



Dentro de la actividad se estudió la capacidad de diferentes papeles de acolchado biodegradables sobre parámetros de crecimiento y producción en cultivos al aire libre de tomate de industria y pimiento, en cultivos de hoja en invernadero en situación de acolchado total del suelo, y en cultivos de fruto en invernadero en situación de acolchado de la línea de cultivo, durante dos campañas.

En este artículo se presenta un resumen de la investigación realizada por INTIA sobre el comportamiento en campo de los nuevos papeles biodegradables desarrollados por Smurfit Kappa Navarra para ese fin.



CULTIVOS AL AIRE LIBRE



Los ensayos de cultivos al aire libre se realizaron en la finca experimental que INTIA gestiona en Cadreita (Navarra). En los cultivos de tomate para transformación industrial y pimiento se han ensayado como acolchados siete materiales de papel suministrados por Smurfit Kappa, de diferente color (marrón y negro), espesor (70 y 90 gramos/m²) y de 120 cm de anchura, junto con dos testigos plásticos: polietileno (PE) y un biopolímero comercial (Mater-Bi®), de color negro, 60 galgas de espesor y 120 cm de anchura.

La colocación de los acolchados se realizó de forma mecánica con máquina acolchadora el 16 de mayo.

La **plantación del tomate**, cultivar AF-1120 (Seminis), y **del pimiento del Piquillo** selección Sincap se realizó el 31 de mayo, a una densidad de plantación de 35.714 y 31.250 plantas por hectárea, respectivamente. Se utilizó un sistema de riego por goteo y se diferenció la cantidad de agua aportada entre plásticos y papeles, ya que la mayor transpiración a través de los papeles hace que las necesidades hídricas del cultivo sean superiores.

La aparición de grietas transversales en los papeles, así como el corte del papel en la zona de contacto de la parte aérea con la enterrada (en algunas ocasiones debido a una degradación muy rápida en la parte enterrada), unidos a las fuertes rachas de viento registradas al principio del cultivo (fase en la que las plantas están pequeñas y no cubren el acolchado), provocaron el levantamiento y consiguiente eliminación de algunos papeles (Imagen 1). Por ello, en este artículo sólo se presentan los resultados obtenidos con el papel AgroPaper® SXBlack (S) en sus dos versiones, cara negra y cara marrón hacia el exterior, que es el que más tiempo permaneció en campo durante el ciclo de los cultivos de tomate de industria y pimiento, y en los testigos (PE y plástico biodegradable).



Imagen 1. Estado de los materiales de acolchado a fecha 12 de junio (27 días después de la colocación en campo)

Durante el ciclo de cultivo, en los diferentes materiales de acolchado, se controló el desarrollo de las plantas, la presencia de malas hierbas, la temperatura del suelo bajo el acolchado (a 5 cm de profundidad, del 12 de junio al 2 de septiembre) y la evolución de su degradación, tanto en la parte aérea del acolchado como en la parte enterrada.

La **recolección** en tomate para procesado industrial se efectuó el 9 de septiembre, 101 días tras la plantación. Se controló la producción comercial y total, el peso medio del fruto y los principales parámetros de calidad industrial: pH, °Brix e intensidad de color rojo (análisis efectuados en el laboratorio CNTA de San Adrián).

En pimiento, la recolección fue escalonada, en tres pases (18 de septiembre, 1 de octubre y 22 de octubre), controlando en cada uno de ellos la producción total, comercial, no comercial (fruto de destrío, asoleado y lacio), y el peso medio del fruto y sus características (datos que no presentamos en este informe).

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS AL AIRE LIBRE

La colocación de los acolchados de papel se realizó con la máquina acolchadora de un cuerpo que dispone INTIA (Imagen 2). Fue necesario ajustar la velocidad del tractor, reduciéndola incluso hasta la mitad en comparación a la velocidad de colocación de los acolchados plásticos (PE y Mater-Bi®), y la presión de las ruedas, para que no se rompiesen. Con estos ajustes los papeles se colocaron adecuadamente.



Imagen 2. Colocación de un acolchado de papel marrón y negro



Imagen 3. Presencia de juncia en acolchado de plástico y ausencia de malas hierbas en acolchados de papel (marrón y negro) en las zonas sin cultivo en el ensayo de tomate 105 días después del acolchado

Respecto al efecto de **control de malas hierbas**, no se ha detectado presencia de malas hierbas en los acolchados de papel. Sólo han aparecido hierbas en los agujeros de plantación y en las zonas donde el papel se había roto o ya no quedaba. La juncia no fue capaz de atravesar los papeles, pero si los testigos plásticos que han sido perforados por esta hierba (**Imagen 3**).

En el papel marrón, algunas malas hierbas han sido capaces de crecer por debajo levantándolo ligeramente, pero no de atravesarlo. Los plásticos, al igual que los papeles, controlaron perfectamente el resto de malas hierbas.

En cuanto al efecto del acolchado en la temperatura del suelo, en los dos cultivos se observa claramente que las temperaturas máximas, medias y mínimas alcanzaron los mayores valores bajo el acolchado de PE, seguido por Mater-Bi®, AgroPaper®SX-Black (S), los tres de color negro, y AgroPaper®SXBlack (S), de color marrón, debido a las diferentes propiedades y características que presentan cada uno de ellos frente a la radiación solar, siendo el papel marrón el que más refleja esta radiación; y por tanto, las temperaturas alcanzadas son menores. Además, en pimiento las temperaturas máximas y medias fueron superiores a las del tomate, debido a su porte erecto que hace más fácil que la radiación solar incida en el acolchado. En el caso de las mínimas fueron muy similares (**Tabla 1**).

Respecto al efecto del material de acolchado en los resultados de producción, no se ha observado una influencia significativa en ninguno de los dos cultivos (**Tablas 2 y 3**).

En tomate de industria, la mayor producción comercial ha correspondido al acolchado con el papel AgroPaper® SXBlack (S) marrón (76,17 t/ha), seguida por el testigo de Mater-Bi® (75,03 t/ha)

Tabla 1. Temperaturas máximas, medias y mínimas (°C) registradas bajo los acolchados en los cultivos de tomate y pimiento al aire libre

Temperaturas (°C)		PE	Mater-Bi®	SXBlack(S) negro	SXBlack(S) marrón
Tª máxima	Pimiento	39,7	37,3	34	29,9
	Tomate	35,6	33,6	31,7	27,5
Tª media	Pimiento	28,9	27,7	25	22,7
	Tomate	26,7	25,8	24,2	21,9
Tª mínima	Pimiento	20	19,2	17,3	16,1
	Tomate	19,8	19,1	17,1	16,3

Tabla 2. Resultados de producción y calidad industrial en tomate

Material de acolchado	Prod. comercial		Fruto verde (%)	Sobremaduro (%)	Peso (g) fruto	pH	°Brix	Color (a/b)
	%	t/ha						
PE	82,37	72,27	10,16a	5,23ab	50,5	4,09	5,36a	2,63
Mater-Bi®	81,83	75,03	10,23a	6,42b	50,3	4,13	5,39a	2,54
SXBlack (S) negro	81,99	73,58	13,09ab	2,96a	50,6	4,14	4,22b	2,54
SXBlack (S) marrón	80,4	76,17	15,02b	3,55a	54	4,14	4,51b	2,61
Nivel de significación	ns	ns	*	**	ns	ns	**	ns

En cada columna, letras diferentes indican diferencias significativas según el test de Tukey. ns: sin diferencias significativas según test de Tukey (p<0.05)

Tabla 3. Resultados de producción en pimiento en función del material de acolchado

Acolchado	Producción comercial			Producción no comercial (%)			Peso fruto (g)
	t/ha precoz	t/ha total	%	Destrió	Asoleado	Lacio	
PE	9	27	74,5	9,0a	7,6	8,9	49,8
Mater-Bi®	9,6	31,1	78,2	10,2ab	4,8	6,8	52,4
SXBlack (S) negro	12,2	29	77,5	14,0b	1,5	7	49,3
SXBlack (S) marrón	7,9	30,2	78,7	11,9ab	3,7	5,7	50,9
Nivel de significación	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns

En cada columna, letras diferentes indican diferencias significativas según el test de Tukey. ns: sin diferencias significativas según test de Tukey (p<0.05)

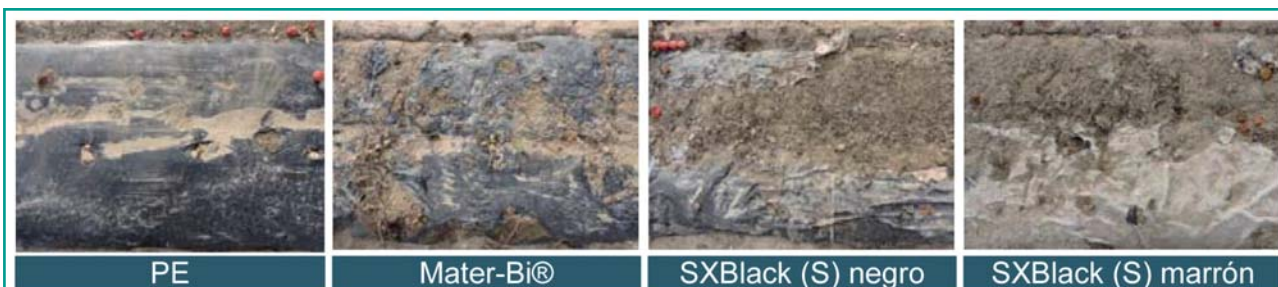


Imagen 4. Estado de los acolchados en la parte aérea una vez eliminadas las plantas de forma manual (125 días después de la colocación del acolchado) en tomate de industria



Imagen 5. Estado de los acolchados en la parte enterrada en tomate de industria a fecha 18 de septiembre (125 días después de la colocación del acolchado)

y la menor al testigo de polietileno (PE), aunque estas diferencias no llegan a ser estadísticamente significativas (Tabla 2). La mayor proporción de fruto verde y la menor de fruto pasado o sobremaduro han correspondido a los acolchados de papel, lo que indica un ligero adelanto de la maduración del fruto de tomate en los testigos plásticos (Tabla 2).

En **calidad industrial** solo se han observado diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes acolchados en el contenido en sólidos solubles (^oBrix), mayor en los acolchados plásticos que en los papeles, pero no en el resto de las características analizadas (Tabla 2).

En pimiento tampoco se han observado diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes acolchados estudiados en producción comercial, correspondiendo la mayor producción al acolchado plástico Mater-Bi®, 31,1 t/ha, y la menor al testigo PE con 27 t/ha, ni en el peso medio del fruto (Tabla 3).

Respecto a la degradación de los materiales, cabe señalar que una vez efectuada la recolección en la parte aérea los papeles han desaparecido en gran parte. Por el contrario, el acolchado de PE sigue intacto y el de Mater-Bi® aunque está bastante intacto ha perdido consistencia y hay zonas donde ha desaparecido (Imagen 4).

En la parte enterrada de los papeles, al final del ciclo de cultivo su degradación es muy evidente y prácticamente no queda nada en el campo. Además, la degradación es similar en tomate y en pimiento. Las diferencias entre papeles han sido pequeñas y todos se han degradado perfectamente (Imagen 5).

En comparación con el testigo Mater-Bi®, la degradación en los papeles es muy superior, no sólo en el nivel de degradación,

sino también en la velocidad de degradación ya que, mientras **la degradación en la parte enterrada de los papeles es ya evidente a los pocos días de la colocación**, en el plástico biodegradable no se alcanza el nivel de degradación de los papeles ni al final del ciclo de los cultivos (Imagen 5).

Los materiales de acolchado, excepto el PE que se retiró, se picaron y enterraron en diciembre, y la desaparición de los mismos visualmente es total, ya no quedan restos de papel o plástico biodegradable en la parcela de ensayos.

CONCLUSIONES DEL ACOLCHADO AL AIRE LIBRE

En resumen, **los acolchados de papel presentan buenas propiedades en lo que respecta a control de malas hierbas, degradación y efecto sobre la producción de los cultivos de tomate de industria y pimiento al aire libre, siempre que se mantengan en campo hasta que se complete el ciclo de cultivo**, ya que no todos lo logran, de ahí la necesidad de elegir uno de calidad especial para el acolchado.

Los principales problemas observados en los acolchados de papel es la aparición de grietas transversales y la degradación demasiado temprana de la parte enterrada, que pueden provocar el levantamiento del papel con el viento, dejando zonas enteras de cultivo sin acolchado. Este hecho puede ser más grave en el cultivo del pimiento que en el tomate de industria, debido a su porte erecto, y que tarda mucho más tiempo en cubrir la zona de acolchado.



●●● acolchados ●●●

CULTIVOS EN INVERNADERO

A./ CULTIVOS DE HOJA (LECHUGA) CON ACOLCHADO TOTAL DEL SUELO

El estudio se realizó en la finca de demostración que INTIA gestiona en Sartaguda, la primera plantación en un túnel-invernadero con cobertura de film Luminance THB de 800 galgas de espesor y las otras 3 siguientes plantaciones en un invernadero con cobertura de film Celloflex 4TT de 800 galgas de espesor.

El marco de plantación fue de 28x28 cm dando una densidad de 12 plantas/m² y utilizando distintas variedades según la época de cultivo: Madie (RZ) en la plantación 1 e Idoia (Enza Zaden) en plantaciones 2, 3 y 4.

El sistema de riego utilizado fue de microaspersión.

Se ensayaron 8 materiales suministrados por la empresa Smurfit Kappa: de color negro y marrón (natural), de gramajes entre 45 y 60 y con distintos tratamientos, en el siguiente calendario de plantaciones:

Variante	Plantación	Fin cultivo
P1	15-octubre-2018	03-enero-2019
P2	01-febrero-2019	01-abril-2019
P3	08-mayo-2019	19-junio-2019
P4	18-julio-2019	23-agosto-2019

B./ CULTIVOS DE FRUTO: ACOLCHADO DE LA LÍNEA DE CULTIVO

El estudio se ha realizado en las mismas instalaciones que los de lechuga, siendo Plenarosa F1 (Vilmorin) la variedad cultivada. El marco de plantación del cultivo fue 1,9 x 0,3 m. El riego utilizado ha sido de goteo y se ha utilizado la microaspersión, como sistema de aporte de humedad ambiental. El cultivo se plantó el 30 de abril de 2019 efectuándose la recolección escalonada durante los meses de julio, agosto y septiembre.

Se ensayaron los 8 materiales suministrados por la empresa Smurfit Kappa: de color negro y marrón (natural), de gramajes entre 40 y 70 y con distintos tratamientos.

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN INVERNADERO

A./ Cultivos de hoja (lechuga) con acolchado total del suelo.

En todas las plantaciones, la colocación de los acolchados se realizó manualmente, tal y como se efectúa en los invernaderos y todos los materiales resultaron fáciles de manejar y colocar. Sin embargo carecían de troquelado y por lo tanto se realizó manualmente.

Respecto a las temperaturas del suelo, se consideró únicamente el periodo en el que el cultivo no cubre la totalidad del suelo, ya que a partir de ese momento, la influencia del tipo

de acolchado sobre la temperatura del suelo, es considerablemente menor.

En todas las épocas, el polietileno mantiene una temperatura de suelo más alta que los acolchados de papel. En las plantaciones de invierno se produjo una pequeña diferencia de temperatura a favor de los papeles de color negro respecto a los marrones. En las plantaciones de mayo y julio, la mayor temperatura que el polietileno negro aporta al suelo, puede llegar a ser perjudicial para el sistema radicular del cultivo, por lo que las temperaturas que confieren al suelo los papeles de color natural parecen más acordes con las necesidades del cultivo, en estas fechas. La mayor temperatura que confieren los papeles negros al suelo, lo mantienen 5 - 7 grados por debajo del polietileno negro, en las situaciones más extremas.

El enraizamiento se produjo de manera adecuada, en todas las situaciones. En cuanto al desarrollo de las plantas hay que señalar que, en la plantación de octubre, si bien se observó un ligero retraso en el desarrollo del cultivo realizado sobre todos los acolchados marrones respecto al cultivado sobre papel negro, este retraso no pudo ser refrendado en el control de peso y número de hojas realizado al finalizar dicho mes. Esta diferencia de crecimiento fue ya visualmente imperceptible para el final del cultivo. Esta situación no se produjo en ninguna de las otras plantaciones ya que en todas ellas el ritmo desarrollo del cultivo fue visualmente homogéneo y quedó reflejado en los distintos controles que se realizaron al efecto.

Igualmente, **el peso de las lechugas de los ensayos no presentó diferencias significativas entre los distintos acolchados a la finalización de las cuatro plantaciones.**

En general, todos los materiales se han comportado adecuadamente **en cuanto a impedir el desarrollo de la flora adventicia.** Cabe señalar que, en las plantaciones de mayo y febrero, bajo el papel marrón sí ha habido desarrollo de las mismas, pero sólo en este último caso ha adquirido el volumen suficiente para abombar el acolchado y romperlo en algún punto más débil por mayor humedad. En la plantación de verano se ha observado el papel debilitante que sobre el desarrollo de la juncia ha ofrecido el papel negro.



Por la evaporación/condensación del agua que se produce en los invernaderos, todos los papeles marrones aparecen mojados por la mañana. Esta humedad se va secando en las zonas libres de cultivo, pero el cultivo permanece húmedo durante prácticamente todo el día.

Tras la plantación y por efecto del riego que se efectúa posteriormente, se observa que todos los papeles se contraen de manera importante, entre un 1,5 y 2% longitudinal y un 4% transversal. Asimismo, y en todos los cultivos ha habido dos hechos reseñables respecto al binomio papel/humedad:

- **Todas las mañanas, debido a los ciclos de evaporación/condensación del agua que se produce en los invernaderos, se observa que todos los papeles marrones aparecen mojados.** Esta humedad se va perdiendo a medida que va avanzando la jornada en las zonas libres de cultivo, pero permanece húmeda, bajo el mismo, durante prácticamente todo el día.
- **Tras los riegos, los papeles naturales mantienen la humedad más de 7 días, los negros están sin embargo secos.**

Toda esta situación de humedad descrita no conlleva, sin embargo, un incremento en el número de plantas afectadas por botritis / esclerotinia durante las plantaciones de octubre y febrero. En cambio en la de mayo y en la de julio, sí que se observa una pérdida de valor comercial del cultivo por pudriciones en las hojas basales de los acolchados marrones y negros de menor gramaje, acrecentado en la de julio por las altas temperaturas de la época.

Los materiales de color marrón, por su distinta capacidad de humectación, se degradan en todas las plantaciones a mayor velocidad y grado que los de color negro y, entre estos, lo hacen en mayor medida los de menor gramaje con respecto a los más gruesos.



Los materiales de color negro (papel y PE) impiden el desarrollo de hierbas bajo ellos. En el papel marrón de menor gramaje, en el primer mes las hierbas van levantando el acolchado y comienzan a romperlo. Los marrones de mayor gramaje resisten más.



Todos los materiales han respondido adecuadamente al laboreo de picado y enterrado. Pasados 30 días, apenas quedan restos visibles de papel que desaparecen definitivamente con el laboreo del siguiente cultivo.

Además y por efecto añadido de la temperatura ambiental y de la duración del cultivo, en las plantaciones de octubre, mayo y julio, la **degradación en el momento de la recolección** era casi total en los de color marrón y un poco en menor grado en los de color negro. A todo ello hay que sumar que el propio hecho de la recolección los rompa o deshaga en mayor medida.

Estos restos de papel degradado se adhieren al producto que se está recolectando y dificulta la labor de preparación del mismo para su envasado y por lo tanto tiene su influencia en la calidad comercial de la lechuga recolectada, ya que el papel húmedo bajo cada una de las lechugas, favorece la pudrición de las hojas basales y deprecia comercialmente el producto.

La plantación de febrero casi no se ha visto afectada ya que el grado de degradación de los papeles tanto marrones como negros ha sido menor.

Las labores de picado y enterrado en el suelo de los acolchados se han realizado el mismo día en que se ha levantado cada uno de los cultivos y todos los materiales han respondido adecuadamente al laboreo de picado y enterrado. Pasados 30 días, se ha realizado un control sobre los restos de papel visibles en los 20 primeros cm de profundidad sin que se puedan observar restos de papel de ninguna de las variantes, o lo son de tan escasa entidad que pueden considerarse inexistentes. En superficie sí que se observan pequeños restos que quedaron

en el momento de la labor. Estos restos, al perder humedad son difíciles de visualizar y quedarán con seguridad enterrados en el laboreo que se realice para el siguiente cultivo.

B./ Acolchado en línea para cultivos de fruto (tomate)

La colocación de los acolchados se realizó manualmente, tal y como se efectúa en los invernaderos, y todos los materiales resultaron fáciles de manejar y colocar. Sin embargo carecían de troquelado y por lo tanto se realizó manualmente.

Al utilizarse acolchado de pequeña anchura, **la contracción que tiene mayor repercusión en el ensayo es la longitudinal**, que varía, entre el 1,5 y el 2%, según los materiales. No es de gran entidad, pero provoca puntos de debilidad y ruptura ya desde el riego de plantación.

Tanto durante el enraizamiento como con posterioridad, las temperaturas del suelo registradas bajo los distintos acolchados fueron adecuadas para el desarrollo del cultivo. En el periodo en el que el cultivo no cubre la totalidad de la superficie, se observó que el polietileno presenta una cierta tendencia a mantener el suelo 1º por encima de los demás acolchados pero una vez que el cultivo va ocupando todo el acolchado y sombreándolo con su crecimiento, la influencia directa del tipo de acolchado sobre la temperatura del suelo es paulatinamente menor.

El **crecimiento del cultivo** en todas las variantes de acolchado con papel, se desarrolló con normalidad y sin diferencias significativas atribuibles a uno u otro material.

Respecto al **desarrollo de la flora adventicia**, es reseñable que a lo largo del cultivo, en las zonas de pasillo y debido a los riegos de aspersión efectuados para ayuda en el control de temperatura y humedad relativa del invernadero, se observó el desarrollo de *Portulaca oleracea* y *Cyperus rotundus* (Juncia)

La estrechez del acolchado en línea puede provocar puntos de debilidad y ruptura en el papel desde el riego de la plantación.





Putridiones en las hojas basales de los acolchados marrones y negros de menor gramaje

principalmente. En el papel marrón de menor gramaje, en el primer mes las hierbas van levantando el acolchado y comienzan a romperlo, estando a final de cultivo, totalmente inservible. A los marrones de mayor gramaje no llegan a levantarlo totalmente, aunque finalizan el cultivo también rotos por el desarrollo de las mismas. Los materiales de color negro (papel y PE) impiden el desarrollo de hierbas bajo ellos.

Además de la contracción y puntos de ruptura producidos por los riegos de plantación, a lo largo del cultivo, se aprecia un efecto de mojado en la zona en contacto con la manguera de goteo, que contribuye de manera apreciable a su **degradación de los acolchados**. La acción de rotura que ejercen las hierbas en los de color marrón, contribuye igualmente a su desgaste. Para los de color negro, la valoración de la degradación externa al finalizar el cultivo, recibe según menor o mayor gramaje, unos valores entre 4 y 5, en una valoración de 1 a 9 de más a menos degradado.

Las labores de **picado y enterrado** en el suelo de los acolchados se han realizado un día después de levantado el cultivo y con suelo húmedo. Todos los materiales han respondido adecuadamente a las labores de picado y enterrado de los mismos, aunque al ser tiras estrechas han presentado alguna dificultad en ser picadas y se han enterrado por ello en trozos de mayor tamaño. En control realizado a los 30 días, se han podido apreciar algunos pequeños trozos en todas las variantes.

La cantidad observada es pequeña en relación al papel enterrado. Quedan visibles aquellos trozos que quedaron sobre la superficie tras la labor.

CONCLUSIONES DEL ACOLCHADO DE PAPEL EN INVERNADERO

La **colocación manual del papel como acolchado tal y como se realiza habitualmente en los invernaderos de Navarra, no supone ninguna dificultad añadida respecto al manejo del PE**. Sí lo ha supuesto la falta de troquelado de los mismos.

Otro aspecto importante es el de la **contracción de los papeles utilizados**. Si el porcentaje de contracción se mantiene en largos comerciales (100 m), este aspecto será de gran importancia ya que si no se realiza la plantación sobre un papel previamente mojado, la misma puede quedar seriamente comprometida.

Respecto al efecto de la temperatura del suelo en los acolchados totales, todos los papeles se comportan de manera

soluciones integrales para campo

Le ayudamos a producir más,
con la mayor calidad,
el menor coste y el menor
impacto medioambiental.

suez-agriculture.com



favorable para el cultivo, sin que se observe ninguna diferencia significativa en el desarrollo del cultivo, ni por gramajes ni por colores, respecto al polietileno negro.

Mientras el cultivo no cubre la totalidad del suelo, en plantaciones realizadas en momentos de temperaturas más bajas (15 octubre a febrero), resulta más aconsejable la utilización de materiales que aporten más temperatura, es decir, papeles de color negro.

En las plantaciones de mayo, junio y julio, periodo de altas temperaturas, el papel negro mantiene el suelo del invernadero en un rango más adecuado que el polietileno negro (de 5 a 7°C por debajo), pero el papel marrón lo mantiene incluso 1 grado por debajo del papel negro.

Sin embargo, estas diferencias no han tenido ninguna consecuencia relevante en el enraizamiento del cultivo, ni en su desarrollo, ni en la duración del mismo.

En el caso de los acolchados en línea, las temperaturas de suelo que se registran bajo los papeles son también más bajas que las registradas bajo el testigo polietileno negro, con al menos una diferencia constante de 1 grado centígrado. Esta diferencia se mantiene tanto para papeles negros como para marrones, posiblemente debido a la escasa anchura de la franja acolchada.

Esta diferencia continua, en épocas de altas temperaturas (cultivo de plantación en el mes de junio) podría ser un factor favorable al **enraizamiento del cultivo**. Sin embargo, en una situación de plantación temprana –marzo- con temperatura de suelo más limitante, podría suponer un cierto retraso en el enraizamiento del cultivo.

En el presente ensayo no se han observado diferencias de enraizamiento, ni de desarrollo entre los distintos acolchados, ni con referencia al polietileno negro.

Para acolchados totales, en cultivos de invierno y verano, todos los papeles ensayados han impedido el desarrollo de la

flora adventicia. En verano, cabe destacar que los de color negro además de no ser traspasados por juncia, han mostrado un efecto debilitante de la misma al impedir en gran medida el paso de la luz y dificultar de manera importante su desarrollo.

Sin embargo, en plantaciones de primavera (febrero – mayo), el papel negro impide el desarrollo de hierbas de manera clara, no siendo en esta época tan definitivo el comportamiento del papel marrón, bajo el que se han desarrollado las hierbas hasta llegar a levantar los acolchados de menor gramaje.

Por otra parte, **en acolchados en línea, ninguno de los materiales de color marrón utilizados, han sido capaces de controlar el desarrollo de la flora adventicia. Este aspecto ha sido adecuadamente realizado por los papeles de color negro al igual que el polietileno.**

Por lo tanto, en este aspecto, los papeles de color negro, han ofrecido un resultado claramente favorable.

En los acolchados totales, los papeles negros, presentan los mejores resultados sanitarios para cultivo, sobre todo los de mayor gramaje. Los de color marrón por su parte y desde el punto de vista sanitario del cultivo y de su valoración comercial, únicamente los de mayor gramaje ofrecen resultado adecuado y sólo ha resultado adecuado su uso en la plantación de febrero.

En el acolchado en línea no se ha observado afección sanitaria alguna en el cultivo de tomate.

Todos los materiales han respondido adecuadamente a las labores de enterrado y picado realizadas tras la recolección del cultivo y en el control realizado a los 30 días de estas labores, no se observan en los 20 primeros cm de profundidad más que restos de pequeña entidad en todos los casos.

Por lo que **la degradación de estos materiales se produce de manera rápida y evidente, incluso para aquellos restos que las labores realizadas dejan en superficie.** Estos pequeños trozos, al perder humedad son ya difíciles de visualizar, en ese mismo plazo.



EXPERIMENTACIÓN

Brócoli en Navarra



Inmaculada Lahoz García, Sergio Calvillo Ruiz, Ángel Santos Arriazu, Ángel Malumbres Montorio. *INTIA*.

Resultados de la experimentación en la campaña 2019-2020

El brócoli es un cultivo de la familia de las crucíferas (coliflor, coles, etc.) que tiene una gran importancia económica actualmente en España donde se producen cerca de 550.000 toneladas.

En la sociedad actual, hay una tendencia creciente por consumir alimentos saludables. Las frutas y hortalizas son una parte importante de una dieta equilibrada, por su papel en la prevención de ciertas enfermedades. El brócoli es una hortaliza que, al igual que el resto de brásicas, presenta un alto valor funcional; es decir, que se caracteriza por tener algún componente que lo hace beneficioso para la salud humana.

Diversos estudios atribuyen al brócoli un efecto preventivo de ciertos tipos de cáncer y enfermedades crónicas por su riqueza en compuestos fenólicos, beta-carotenos, diferentes vitaminas y compuestos bioactivos como los glucosinolatos y sus metabolitos, los isotiocianatos, entre los que destaca el sulforafano, los cuales pueden ejercer actividades biológicas beneficiosas frente a diferentes enfermedades a través de la protección contra la inflamación y el estrés oxidativo en las células. Ello le hace ser un producto apreciado por los consumidores.

En España el consumo sigue siendo bajo, no obstante, y la mayor parte de la producción se destina a la industria congeladora y a la exportación.

INTIA ha llevado a cabo, un año más, un programa de experimentación en campo con variedades de brócoli para evaluar la productividad de las que son nuevas en el mercado y estudiar su adaptación a las condiciones más cálidas y secas generadas por el cambio climático. En este artículo se analiza la campaña así como los resultados obtenidos.

El brócoli es un cultivo con capacidad de adaptación a un amplio rango de condiciones climáticas, de ahí su expansión generalizada por todo el territorio nacional. Murcia es la principal zona de producción de brócoli en España, con un 37% de la producción nacional, seguido por Navarra y la provincia de Badajoz, con más de 70.000 toneladas de brócoli. A continuación les siguen Andalucía, con 2.660 hectáreas de cultivo; Granada con 1.500 ha; Alicante y Albacete, con más de 2.000 hectáreas, y Zaragoza (Tabla 1).

Tabla 1. Producción de brócoli en España en 2018 (Fuente: MAPA)

Provincia	Superficie (ha)	Superficie (%)	Producción (t)	Producción (%)
Murcia	12.088	36,1	209.122	37,3
Navarra	5.958	17,8	75.965	13,5
Badajoz	5.630	16,8	73.415	13,1
Andalucía	2.660	7,9	65.143	11,6
Alicante	2.380	7,1	52.360	9,3
Albacete	2.041	6,1	31.636	5,6
Zaragoza	1.878	5,6	39.345	7

En Navarra, el brócoli es el cultivo hortícola que mayor expansión ha experimentado en los últimos años, pasando de 75 hectáreas en 1990 a 5.530 hectáreas en el año 2003. A partir de ese año, la superficie cultivada ha ido oscilando entre 4.000 y 5.000 hectáreas hasta 2016, en que se superaron las 5.530 hectáreas de 2003, y la superficie de cultivo fue aumentando en los años siguientes hasta alcanzar el máximo cercano a 6.000 hectáreas en 2018 (Tabla 1 y Gráfico 1). Según los datos publicados por Coyuntura Agraria de Navarra para 2019, las hectáreas de cultivo han sufrido un retroceso hasta 4.885 hectáreas, con una producción de 62.459 toneladas destinadas principalmente a las industrias congeladoras de la zona, aunque también una parte de la producción se deriva al mercado en fresco.

El primer brócoli que se cultivó en Navarra fue en Ribaforada en 1985 y, actualmente, es el cultivo hortícola con mayor su-

Gráfico 1. Evolución de la superficie de cultivo de brócoli en Navarra



perficie. No obstante, el crecimiento del cultivo de brócoli en Extremadura; en concreto, en Badajoz, puede hacer que Navarra deje de ser la segunda zona de producción a nivel nacional (Tabla 1).

El destino principal sigue siendo la exportación, ya que su consumo en España, a pesar del incremento experimentado últimamente, todavía es bajo en comparación de otros países.

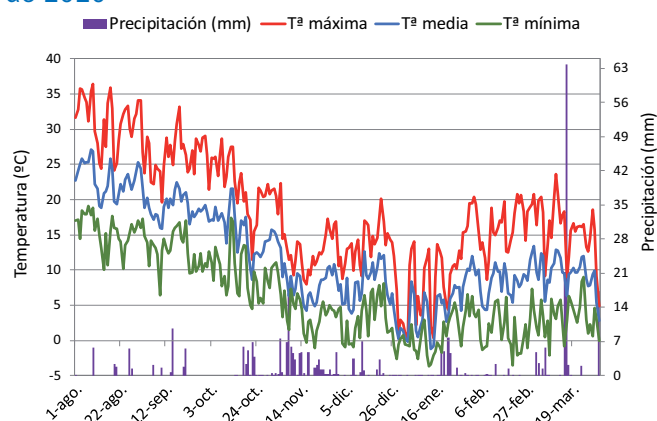
SITUACIÓN DE LA CAMPAÑA 2019-2020

En Navarra, el ciclo de cultivo se centra principalmente en las plantaciones realizadas en verano para recolectar de octubre a febrero-marzo, aunque la campaña se puede alargar con plantaciones de primavera para recolecciones en los meses de mayo-junio.

Las primeras plantaciones de brócoli se iniciaron a final de julio-primeros de agosto, y la campaña ha estado muy influenciada por la climatología. Las altas temperaturas del mes de octubre provocaron principalmente un crecimiento muy rápido de la inflorescencia y la presencia de fisiopatías como manzanilla, tallos huecos, etc. También ocasionaron una menor producción en las plantaciones más tempranas porque había que coger las inflorescencias más pequeñas debido a la menor calidad.

Según los datos registrados en la estación climatológica situada en la finca de Cadreita (Tabla 2 y Gráfico 2), durante el mes de noviembre solamente dos días las temperaturas bajaron de 0°C. En el mes de diciembre hubo 8 días con temperaturas negativas y en enero 15 días. En los meses siguientes también se registraron días con temperaturas bajo cero, 9 en febrero y 3 en marzo (ver mínimas en Tabla 2). Hay que destacar las temperaturas del mes de febrero y primeros de marzo, muy altas, especialmente las máximas, para esta época del año. Esto ha provocado un adelantamiento de la producción de las últimas plantaciones y todo el brócoli prácticamente se había recogido a final de febrero. Ello ha hecho que las congeladoras tuviesen que elaborar el producto en un intervalo de tiempo menor que en otras campañas.

Gráfico 2. Temperaturas (°C) y precipitaciones (l/m²) registradas en Cadreita desde agosto de 2019 a marzo de 2020



Aunque las temperaturas mínimas absolutas han sido superiores a las de la campaña pasada, en general, las temperaturas medias a partir de noviembre han sido menores, lo que ha podido contribuir en algunos momentos a una ralentización del desarrollo de las inflorescencias.

Otro aspecto destacable han sido las precipitaciones en el mes de noviembre, 79,4 l/m² (Tabla 2), que han favorecido el desarrollo de enfermedades criptogámicas como alternaria.

Por lo tanto, las condiciones meteorológicas han afectado a la programación de cosecha, a la incidencia de enfermedades y principalmente a la producción, influyendo de forma muy importante en el mercado.

Desde el punto de vista fitosanitario, se han realizado capturas importantes de vuelos al inicio de la campaña de una plaga específica de crucíferas como es la *Plutella xylostella*, pero este nivel alto de vuelos no se ha visto reflejado en los daños reales en las plantaciones. Otra oruga específica como *Pieris* también se ha detectado, pero sin llegar a ser un problema. Respecto a plagas polífagas, como *Helicoverpa armigera*, se han observado daños en coliflor y brócoli, pero sobre todo en coles. En cuanto a pulgones, se ha detectado *Myzus persicae* en hojas basales del cultivo, pero no se considera muy importante y tampoco se han observado daños; en lo que respecta a *Brassicorhynchus brassicae*, más peligroso, este año no se ha visto mucha incidencia. A pesar de ello, hay que comentar que la desaparición de productos fitosanitarios ha hecho que la dificultad para el control de pulgones sea cada vez mayor.

En enfermedades criptogámicas destacar la presencia de *Alternaria brassicae* al principio de la campaña, más en parcelas de riego por aspersión que a inundación al no registrarse precipitaciones, pero favorecida por el rocío y el riego. Las lluvias de noviembre contribuyeron a aumentar la presencia de alternaria, aunque en general, el nivel detectado ha sido algo inferior a otras campañas. No obstante, hay que señalar parcelas muy afectadas por esta enfermedad que se llegaron a labrar, con la pérdida económica que ello representa. En las plantaciones más tardías no se detectaron problemas importantes de enfermedades, siendo menor el nivel de alternaria. Por tanto, a lo largo de la campaña ha habido incidencia en mayor o menor grado en función de diferentes escenarios (fechas de plantación, sistemas de riego, etc.) y zonas. Destacar que algunos tratamientos contra alternaria han resultado bastante eficaces.



Tabla 2. Temperaturas y precipitación durante los meses de agosto de 2019 a marzo de 2020 en la localidad de Cadreita

Mes	Tª máxima (°C)		Tª media (°C)	Tª mínima (°C)		Precipitación acumulada (l/m ²)
	Absoluta	Media		Media	Absoluta	
Agosto	36,4	31,4	23	15,6	10,1	17,2
Septiembre	33,2	26,4	19	12,9	6,4	21,6
Octubre	28,7	22,1	15,4	9,5	4,5	26,4
Noviembre	22,3	13,7	8,8	4,4	-1,1	79,4
Diciembre	20,2	12,3	7	2,5	-2,7	20,2
Enero	19,5	9,3	4,8	0,8	-3,7	27,8
Febrero	20,8	16,4	8,6	1,8	-3,5	6
Marzo	23,6	15,8	9,6	3,4	-2,1	122

*Datos registrados en la estación meteorológica de la finca experimental de INTIA en Cadreita

EXPERIMENTACIÓN EN CULTIVARES DE BRÓCOLI, CAMPAÑA 2019-2020

En este trabajo se ha estudiado el comportamiento agrónomo de diferentes cultivares de brócoli con destino a la industria del congelado. El producto destinado a esta industria se recolecta sin tallo y con pesos superiores a 600 gramos, siempre que la calidad sea adecuada.

Los cultivares de brócoli comerciales tienen un ciclo de cultivo (periodo desde plantación a recolección) bastante similar, a diferencia de otras brásicas como la coliflor o el romanesco, con material vegetal de gran diversidad de ciclos, desde 70 a 250 días. Por ello, **para ampliar el periodo de producción de brócoli es necesario realizar una programación de cosecha por medio de diferentes fechas de plantación. No obstante, hay que considerar que la duración del ciclo está muy influenciada por las condiciones meteorológicas.**

El material que está demandando, tanto el mercado fresco como la agroindustria, presenta las siguientes características: grano fino y compacto, cabeza limpia de hojas interiores, inserción de los ramilletes a la misma altura, tallo macizo y floretes más bien pequeños. La principal diferencia es el tamaño y, por consiguiente, el peso medio de la inflorescencia, superior cuando se destina a industria que a mercado en fresco, con la finalidad de aumentar el rendimiento industrial.

Durante esta campaña se han realizado **dos plantaciones de brócoli: la primera el 14 de agosto y la segunda el 18 de septiembre**. En la plantación de agosto se han ensayado 25 variedades (Tabla 3) y en la de septiembre 8 variedades (Tabla 4). La semilla de estas variedades, que nos ha permitido la realización de estos ensayos, ha sido facilitada por las diferentes casas comerciales a quienes agradecemos su colaboración.

Tabla 3. Variedades de brócoli en el ensayo con plantación en agosto

Nombre	Casa comercial	Nombre	Casa comercial
Perseus	Sakata	Monaco	Syngenta
9BRDS138	Diamond seeds	Parthenon	Sakata
9BRDS139	Diamond seeds	Príncipe	Clause
CLX-63572	Clause	Robredo	Rijk Zwaan
Covina	Bejo	Shard	Seminis
Delano	Bejo	Stirling	Clause
E46A.0089	Enza Zaden	Thassos	Sakata
Everest	Diamond seeds	Thunder dome	R. Arnedo
Gea	Sakata	Tirreno	Tozer
ISI-14312	ISI-Sementi	Titanium	Seminis
ISI-14363	ISI-Sementi	Triton	Sakata
Larsson	Rijk Zwaan	9BRDS140	Diamond seeds
Mykonos	Sakata		



Los ensayos se realizaron en la finca experimental de INTIA en la localidad de Cadreita, en una parcela de textura franco arcillosa.

Las **siembras** se realizaron el 5 de julio y el 5 de agosto, y el trasplante en las fechas citadas anteriormente, a una densidad de plantación de 31.250 plantas por hectárea, en mesas separadas 1,60 m, dos filas de plantas por mesa y separación entre plantas de 40 cm. Se utilizó un sistema de riego por goteo.

Como **abonado de fondo** se aportaron 500 kg/ha del complejo mineral 9-18-27. Se completó la fertilización con 150 kgN/ha en cuatro aplicaciones de N-32 por fertirrigación.

En el aspecto fitosanitario se siguieron las recomendaciones de la Estación de Avisos de INTIA en la zona de cultivo, y se ajustaron los tratamientos a la normativa de producción integrada de crucíferas del Gobierno de Navarra.

RESULTADOS DE LA EXPERIMENTACIÓN

El **rendimiento del cultivo** está condicionado por el número de unidades comerciales y por el peso medio de éstas en recolección y, por tanto, las diferencias varietales en este importante parámetro agronómico son consecuencia de las diferencias expresadas en los dos caracteres anteriormente citados.

Tabla 4. Calendario de recolección de los cultivares de brócoli (porcentaje de inflorescencias comerciales en cada fecha de recolección) en la plantación de agosto

Variedad	Octubre				Noviembre				Diciembre			Días de Ciclo	Nº recolecciones	Días recolección	
	10	15	24	29	4	8	15	21	28	5	12				19
9BRDS140	9	60	31										57	3	14
ISI-14363			37	46	9		8						71	4	22
Tritón			21	60	11	8							71	4	15
Mykonos			15	45	21	9	10						71	5	22
Robredo				31	25	22	15		7				76	5	30
9BRDS138				16	14	18	20		5	11	16		76	7	37
Stirling				19	26	25	30						76	4	17
Parthenon				17	27	30	18		8				76	5	30
Perseus				13	10	21	19			14	23		76	6	37
Thassos				9	30	32	29						76	4	17
Monaco				9	20	24	21	10	11	5			76	7	37
Gea				9	13	25	18	6	12	6	11		76	8	44
Shard				8	18	12	26	6	15	6	9		76	8	44
Tirreno				6	19	24	19	11	15		6		76	7	44
Titanium				6	19	23	28	5	9	5	5		76	8	44
CLX-63572				6	18	21	18	7	18	7	5		76	8	44
Covina					23	12	13	11	23	9	9		82	7	38
Larsson					5	15	24	7	20	12	8	9	82	8	45
Thunder dome					5	10	29	10	21	10	15		82	7	38
9BRDS139					5	6	20	9	19	18		23	82	7	45
Everest					5	5	26	10	16	11	15	12	82	8	45
ISI-14312						11	16	8	26	10	19	10	86	7	41
E46A.0089						11	14	11	35	14	15		86	6	34
Delano							11	8	20	16	19	26	93	6	34
Príncipe								12		30	16	24	93	5	34

El mayor **porcentaje de inflorescencias comerciales** correspondió a la variedad Larsson (98,9%), seguida de Parthenon, Perseus, Titanium, Mykonos e ISI-14363, con un porcentaje cercano o superior al 95%. Por otro lado, en el otro extremo, 9BRDS140 no llegó al 80% de unidades comerciales. En el resto de cultivares, el porcentaje osciló entre un 93,5% de ISI-14312 y Delano, y un 80,4% de Stirling y 9BRDS138 (**Gráfico 3**).

Las **inflorescencias de mayor peso medio** correspondieron a la variedad Titanium con 988 gramos, seguida por Thunder dome (891 gramos), Everest (883 gramos), Stirling (867 gramos) y EA6A.0089 (864 gramos). Por el contrario, el menor peso medio, inferior a 700 gramos, fue para Perseus, Thassos y 9BRDS140 (**Gráfico 4**).

La **producción media** del conjunto de cultivares ha sido de 22,1 t/ha. De igual manera que en el número de inflorescencias comerciales y en el peso medio de las mismas, en producción comercial también ha existido una gran variabilidad entre cultivares, correspondiendo las producciones más elevadas a Titanium (29,2 t/ha), Larsson (25,1 t/ha), EA6A.0089 (24,9 t/ha), Everest (24,3 t/ha), Thunder dome (24,2 t/ha) y Shard (24 t/ha), debido tanto al buen porcentaje comercial como al alto peso medio de la inflorescencia. Las variedades menos productivas han sido: Thassos con 19,3 t/ha, que a pesar de presentar un buen porcentaje comercial su menor peso medio por inflorescencia le hace descender a las últimas posiciones en el ranking de producción; Covina con 19 t/ha; 9BRDS138 con 18,4 t/ha y 9BRDS140 con 17,9 t/ha (**Gráfico 3 y Gráfico 4**).

La **recolección** comenzó el día 10 de octubre con la variedad 9BRDS140, a los 57 días de la plantación, y finalizó el 19 de febrero con Delano y Principe, tras 93 días de ciclo (considerando este periodo desde la fecha de plantación hasta la fecha de la primera recolección). Lo más destacable del calendario de recolección

Gráfico 2. Producción de los cultivares de brócoli ensayados

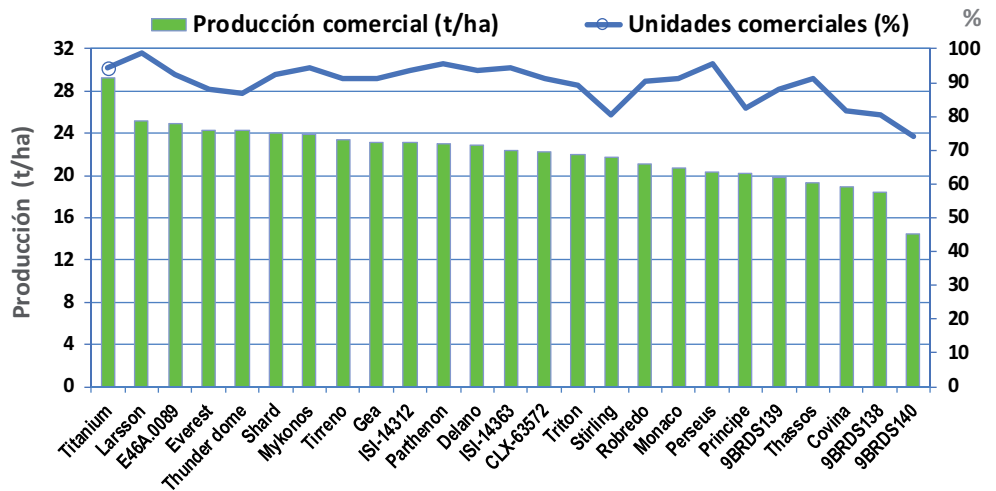
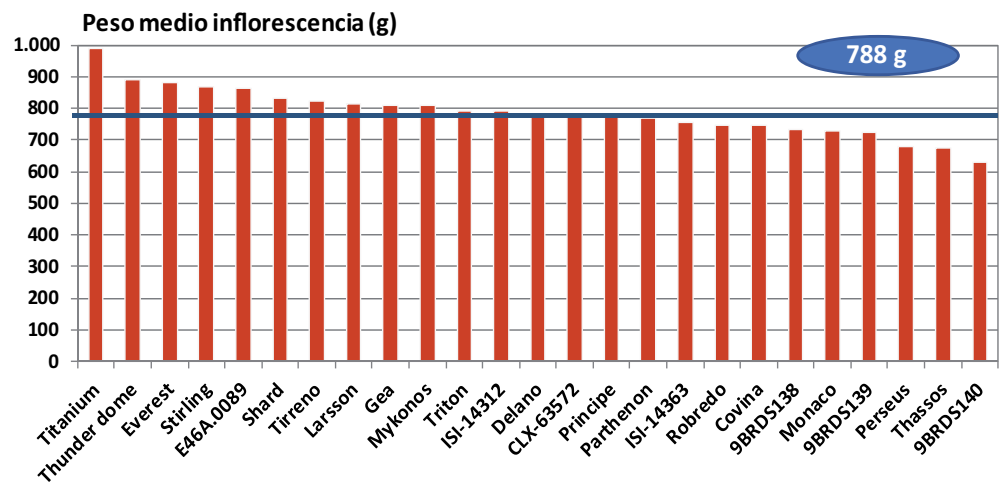


Gráfico 3. Peso medio de la inflorescencia en los cultivares de brócoli ensayados



ción es el amplio periodo de recolección en la mayoría de variedades (**Tabla 4**), que puede ser debido como se ha comentado anteriormente a un importante número de días con temperaturas bajas, que ha podido influir en un crecimiento más lento de las inflorescencias y un alargamiento del periodo de recolección.



El periodo de recolección mínimo ha sido de 14 días en la variedad 9BRDS140, 15 días en Triton y 17 días en Stirling y Thassos. En el resto de variedades ha oscilado entre 22 días en Mykonos e ISI-14363 a 45 días en Larsson, 9BRDS139 y Everest (Tabla 4).

El ciclo de cultivo o intervalo de tiempo entre plantación e inicio de cosecha, ha sido de 76 días en la mayoría de cultivos, en concreto doce. Hay cuatro variedades más tempranas, una con 57 días y tres con 71 días de ciclo: ISI-14363, Triton y Mykonos, y nueve más tardías, con 82, 86 y 93 días de ciclo (Tabla 4).

En este ensayo, las variedades que han destacado por sus mejores resultados de producción y calidad de la inflorescencia han sido Parthenon, Titanium, Larsson, Shard y Delano, entre las ya conocidas de años anteriores. Entre las variedades nuevas citar a Thunder dome, Everest y E46A.0089.

Los resultados de producción del ensayo de variedades con plantación el 18 de septiembre se reflejan en la Tabla 5. La mayor producción comercial ha correspondido a las variedades Titanium (23,9 t/ha) y BRO02908 (23,8 t/ha), debido tanto a su alto peso medio de la inflorescencia, superior a 800 gramos en las dos variedades, como al buen porcentaje de inflorescencias comerciales, 91,3% y 92,4%, respectivamente. La variedad B-3032, a pesar de ostentar el porcentaje más alto

Tabla 5. Resultados de producción de las variedades de brócoli con plantación en septiembre

Variedad	Casa comercial	Inflorescencias comerciales	Producción comercial (t/ha)	Peso medio inflorescencia (g)
Titanium	Seminis	91,3	23,9	838,7
BRO02908	Sakata	92,4	23,8	825,9
Shard	Seminis	88	21,8	792,6
Spiridon	Sakata	93,5	20,8	712,8
Monaco	Syngenta	90,2	20,1	712
Larsson	Rijk Zwaan	90,2	19,8	703,6
Parthenon	Sakata	85,9	19,5	727,8
B-3032	Bejo	97,8	19,2	626,7
MEDIA		91,2	21,1	742,5

de unidades comerciales, un 97,8%, ha alcanzado la menor producción comercial por su menor peso medio de la inflorescencia, 626,7 gramos (Tabla 5).

La recolección en este ensayo comenzó el 23 de enero con las variedades Parthenon, Monaco y Larsson, a los 127 días de la plantación, y finalizó el 4 de marzo con B-3032, tras 153 días de ciclo. Lo más destacable del calendario de recolección (Tabla 6) es la agrupación de cosecha, con un periodo de recolección de 12 a 26 días, debido a que las temperaturas registradas en el mes de febrero, principalmente las máximas,

Tabla 6. Calendario de recolección de los cultivares de brócoli (porcentaje de inflorescencias comerciales en cada fecha de recolección) en la plantación de septiembre

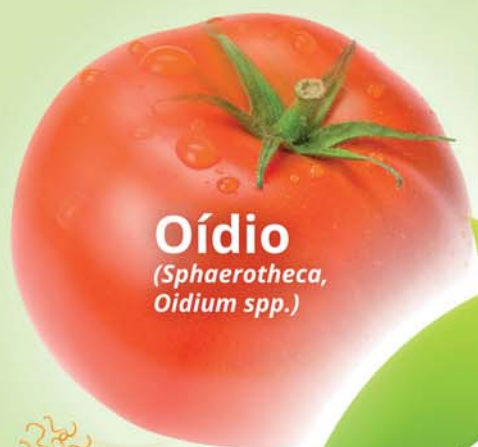
Variedad	Enero		Febrero				Marzo	Días de Ciclo	Nº de recolecciones	Días de recolección	
	23	30	6	12	18	24	28				4
Parthenon	15	24	31	30					127	4	20
Monaco	8	17	45	18	12				127	5	26
Larsson	6	10	30	31	23				127	5	26
Titanium		6	37	25	24	8			134	5	25
Shard			32	31	37				141	3	12
Spiridon			29	36	35				141	3	12
BRO02908			26	28	32	14			141	4	18
B-3032					11	16	42	31	153	4	15





BaseiTM 2C

Básico para el control de oídio y moteado



Oídio
(*Sphaerotheca*,
Oidium spp.)



Oídio
(*Uncinula necator*)



Moteado
(*Venturia inaequalis*)



Moho
(*Penicillium digitatum*)



Biopesticidas • Bioestimulantes • Fertilizantes

Infórmate sobre nuestras soluciones en el tel. 962 541 163

www.seipasa.com • consulta@seipasa.com • [f](#) [t](#) [i](#) [in](#) [v](#)


seipasa[®]
natural technology

han sido altas e inusuales (**Gráfico 2**). Estas temperaturas han conducido a una disminución general de la calidad de la inflorescencia.

La calidad de las inflorescencias en el mes de enero fue buena, pero conforme fueron subiendo las temperaturas en febrero empezó a disminuir. Las variedades que mejor han soportado las altas temperaturas y han mantenido la mejor calidad de las inflorescencias han sido Titanium y BRO02908. B-3032 también ha presentado buena calidad, pero con una granulometría más gruesa.

El **desarrollo vegetativo** de las variedades fue inferior en la plantación de septiembre que la de agosto, debido a la diferencia de temperaturas en ambos ciclos de cultivo tras la plantación. No obstante, debido a la relación existente entre el número de hojas formadas por la planta y la producción de cogollos, el desarrollo

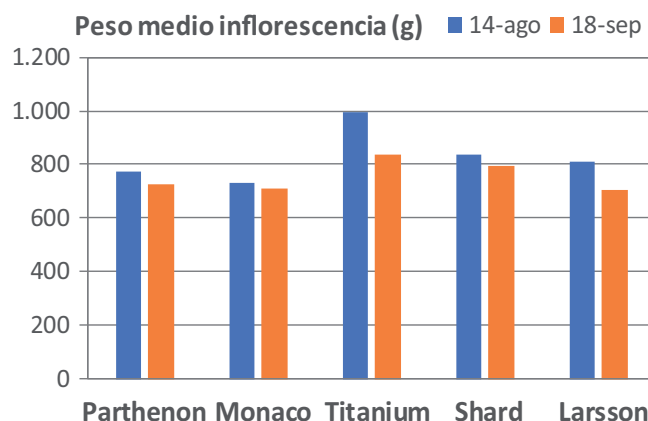
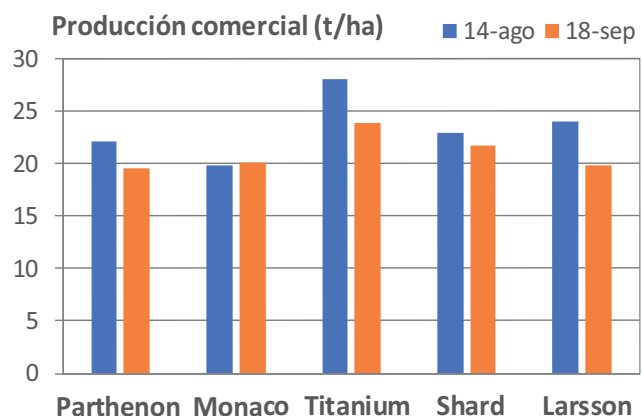
alcanzado por la planta en la plantación más tardía fue suficiente para obtener unas altas producciones.

Al comparar las variedades comunes en los dos ensayos, se observa un menor peso medio de la inflorescencia en todas las variedades y una producción muy similar en la variedad Monaco e inferior en el resto de variedades (**Gráficos 5 y 6**). La diferencia de ciclo de cultivo (días desde plantación a inicio de recolección) de la plantación de septiembre a la de agosto ha oscilado de 45 días en Larsson a 65 días en Shard.

Los ensayos de variedades presentados en este artículo se realizan dentro de las actuaciones realizadas en agricultura y ganadería, en concreto en material vegetal, del proyecto Life NAdapta.



Gráficos 5 y 6. Producción comercial (t/ha) y peso medio de la inflorescencia (g) de diferentes variedades de brócoli en dos épocas de plantación



PROYECTOS

SMART PROTEIN. Cultivos proteicos en agricultura ecológica

Cristina Virto Garayoa.
INTIA.



El objetivo fundamental de INTIA para trabajar en cultivos proteicos es la búsqueda de alternativas de cultivo para las rotaciones cerealistas de la región, permitiendo además a los agricultores atender una demanda del mercado en cuanto a proteína vegetal (el 74% de las leguminosas en España son actualmente importadas), sobre todo en el mercado ecológico y local. Actualmente, INTIA está realizando ensayos en leguminosas grano (lenteja, garbanzo, habas, alubias y guisante), leguminosas en verde (alubia pocha, haba y guisante verde) y cultivos altos en proteína (quínoa, trigo sarraceno, amaranto y cáñamo), testando variedades e itinerarios de cultivo tanto en ecológico como en convencional. En el caso de ecológico, se combina además con un trabajo de creación de cadenas de valor locales en circuito corto.

Los proyectos relacionados con proteínas vegetales en los que INTIA está trabajando actualmente son:

- **PDR cultivos extensivos en ecológico:** proyecto regional financiado en la medida 16.2 del Plan de Desarrollo Rural - PDR en el que se trabaja con CPAEN y varios agricultores ecológicos para articular cadenas de valor locales para cereales y leguminosas grano para consumo humano en Navarra.
- **PROTEVEG:** proyecto regional financiado en la convocatoria de I+D del Departamento de Desarrollo Económico del Gobierno Foral, en el que se trabaja con varias empresas agroalimentarias de Navarra.
- **SMART PROTEIN:** financiado mediante el programa europeo horizonte 2020, en el que se colabora con 33 socios, incluyendo a COPOSA, empresa agroalimentaria de Navarra especializada en productos sustitutivos cárnicos.

Por la envergadura de las acciones y sus objetivos, este artículo se centra en este último proyecto que acaba de ponerse en marcha en enero de 2020.

CONTEXTO DEL PROYECTO SMART PROTEIN

Es innegable que **la proteína es una parte indispensable de la dieta humana**. La carne, pescado, huevos, legumbres, frutos secos y semillas se consideran alimentos ricos en proteínas. Sin embargo, **la forma en que la producimos y consumimos hoy en día presenta muchos desafíos**, tanto en términos de patrones de consumo global como en aspectos sociales, ambientales y económicos. Por ello, uno de los desafíos a nivel mundial es garantizar el acceso global a dietas saludables desde sistemas alimentarios sostenibles.

El proyecto **SMART PROTEIN**, financiado con fondos comunitarios, **aborda este problema involucrando a toda la cadena de valor desde la producción de proteínas hasta el consumidor**, utilizando técnicas y procesos innovadores. En este proyecto, el producto base para la obtención de proteína es el grano de cultivos como garbanzo, lenteja, haba y quínoa, pero también se investigarán otras fuentes de proteína como los residuos de pasta, pan y la industria cervecera, que a través de procesos fermentativos se transformarán y utilizarán como fuente de proteína. Estos productos serán la base para la obtención de harinas ricas en proteína que posteriormente serán utilizadas tanto en plantas piloto como a nivel industrial para desarrollar productos alimenticios innovadores de alta calidad, nutritivos, con óptimas propiedades sensoriales, saludables y sostenibles. Se realizarán análisis sensoriales, de digestibilidad y de idoneidad para estimular el crecimiento muscular.

También se realizará **un estudio para identificar las tendencias de consumo**, los factores que el consumidor tiene en cuenta a la hora de elegir productos de base vegetal y la aceptación de otras fuentes de proteína diferentes a las tradicionales como pueden ser los prototipos que se diseñarán durante el desarrollo del proyecto.

DATOS DEL PROYECTO

Tendrá **cuatro años de duración** y dio comienzo en enero de 2020.

El proyecto cuenta con un **presupuesto total de 9.6 millones de euros**, de los cuales 8.2 son financiados por la Unión Europea mediante el programa marco Horizonte 2020.

Participan **33 socios procedentes de 14 países: 9 pertenecientes a la Unión Europea** y 5 de fuera de la Unión Europea (2 de ellos de Europa y 3 de fuera de Europa). En el proyecto participan dos empresas navarras: INTIA y Coposa.

SMART PROTEIN se basa en los hallazgos científicos clave de un proyecto anterior: PROTEIN2FOOD también financiado por el programa marco Horizonte 2020. Ambos proyectos surgieron de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, adoptada por todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas, que estableció obligaciones judiciales para repensar nuestros sistemas alimentarios.

SMART PROTEIN será asesorado por un consejo compuesto por organizaciones y expertos implicados en los diferentes eslabones de la cadena alimentaria. Los miembros de la junta asesora participarán en reuniones anuales, aconsejando a la dirección del proyecto y actualizándolo periódicamente sobre nuevos desarrollos.



Smart Protein project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 862957

SOCIOS DEL PROYECTO



9 EU Member States

LCC	SOGUIMA	INTIA	DELPHY	NUTRICIA	Fraunhofer	WUERLE	UNIBZ	UNIVERSITA' DEGLI STUDI TRIESTE
glanbia	Coposa	ABINBEV	novozymes	SecoDano	proveg	EurA	MOGU	ARC
BEOTAMICS								

2 Associated Countries

Israel	Switzerland
EDUINNOV	Hes-so

3 International Partners

Thailand	New Zealand	USA
The Union	biosearch	soo3 food



“ Cuatro años en los que los ensayos crecerán en superficie hasta alcanzar dimensiones reales.”

El proyecto, al utilizar productos de base biológica y residuos reciclables, pretende ejercer un impacto positivo en la bioeconomía, el medio ambiente, la biodiversidad, la nutrición humana, la seguridad alimentaria y nutricional y la confianza y aceptación del consumidor. Estas prioridades se abordan a través de asociaciones globales forjadas con miembros del consorcio de Europa, América del Norte, Israel, Tailandia y Nueva Zelanda.

OBJETIVOS

El proyecto promueve la sostenibilidad desde diferentes puntos de vista:

- Introducción de leguminosas en la rotación de cultivos para la fijación de nitrógeno y romper con el ciclo de malas hierbas y plagas de cereales.
- Fomento de la economía circular: Integración de residuos en la cadena de valor haciéndolos aptos para la producción de proteína.

INTIA PARTICIPA EN LA PARTE AGRONÓMICA DEL PROYECTO

Como se ha comentado anteriormente, el proyecto trabaja los diferentes eslabones de la cadena alimentaria comenzando por la producción de cultivos proteicos como garbanzo, lenteja, haba y quínoa. Estos cuatro cultivos se testarán en siete localizaciones diferentes del norte y sur de Europa para tener en cuenta los diferentes sistemas de cultivo y condiciones pedo-climáticas. Polonia, Holanda, Dinamarca, Irlanda, Portugal, Italia y España (INTIA en Navarra) son los siete lugares elegidos para la realización de los ensayos. En concreto, INTIA realizará sus ensayos en la finca que tiene ubicada en Sartaguda y que recientemente ha sido convertida a agricultura ecológica.

El primer año se compararán variedades de los cultivos mencionados anteriormente; el origen de dichas variedades es diverso, desde variedades locales, de otras partes de España e incluso variedades facilitadas por otros socios del proyecto pero que pueden adaptarse a nuestras condiciones pedo-climáticas. Al final de campaña se evaluará la producción de cada variedad, pero también otros parámetros como el contenido de proteína en grano. En base a esos resultados y a cómo se adapten las variedades a las condiciones de nuestra región, se testarán durante la siguiente campaña las mejores variedades en superficies mayores, de unos 500 m² para cada variedad y cultivo, pudiendo llegar a alcanzar el ensayo una superficie total de 1 hectárea.

Durante el tercer y cuarto año se definirán una o dos variedades por cultivo para sembrar a escala real teniendo en cuenta aspectos agronómicos, ambientales y económicos. Paralelamente, el proyecto nos servirá para conocer mejor el manejo

de estos cultivos en agricultura ecológica, ya que presentan dificultades como el control de malas hierbas y enfermedades en leguminosas o la asincronía en floración y maduración escalonada de la panícula en la quínoa.

PRODUCCIÓN DE PROTOTIPOS ALIMENTICIOS RICOS EN PROTEÍNA

El objetivo de esta parte del proyecto es **obtener ingredientes proteicos y utilizarlos en el diseño de nuevos alimentos de alta calidad** considerando la reproducibilidad, la sostenibilidad ambiental y viabilidad económica. La cosecha obtenida en los ensayos será utilizada para que otros miembros del proyecto la procesen: Realizarán una molienda del grano para la obtención de harinas ricas en proteína, que podrán variar desde un 36-38% para la quínoa, hasta un 65-70% para habas. Estas harinas, al provenir de diferentes cultivos, variedades y lugares, tendrán propiedades químicas, nutricionales, tecnológicas y sensoriales muy diferentes que serán analizadas y evaluadas en estrecha colaboración entre socios investigadores y de la industria agroalimentaria.

Los investigadores también estudiarán otras posibles fuentes de proteína como deshechos de pan, pasta y de la industria cervecera.

Los socios pertenecientes a industrias agroalimentarias serán los encargados de **desarrollar nuevos alimentos o mejorar los existentes** utilizando los ingredientes ricos en proteína vegetal previamente desarrollados. Algunos de los alimentos que pretenden desarrollar son: sustitutos de la carne (hamburguesas, nuggets o salchichas de procedencia vegetal) y pescado, productos de panadería, salsas, pasta, bebidas deportivas, derivados lácteos e incluso alimentos infantiles.

Finalmente, se realizará un **estudio de mercado para identificar las posibles áreas de aplicación de los prototipos alimenticios creados** y en base a esto crear unos perfiles de consumidores. Se evaluará las inversiones necesarias, la viabilidad comercial y las leyes, restricciones y regulaciones comerciales.



La toma de decisiones y el papel del asesoramiento en la innovación sostenible

El proyecto Agrilink

El proyecto Agrilink, que ha sido desarrollado de forma colaborativa entre 16 socios de 13 países europeos, está permitiendo analizar la toma de decisiones de las personas productoras y el papel del asesoramiento en este proceso. La sociedad pública INTIA ha participado activamente en el proyecto y ha centrado su análisis en tres áreas de innovación: implementación de técnicas de Gestión Integrada de Plagas (GIP) en Navarra, circuitos cortos de comercialización también en el ámbito de Navarra y retro-innovación en productos lácteos. Este último caso se ha realizado en colaboración con HAZI y los Centros de Gestión de la CAV, analizando casos en Navarra, Guipúzcoa y Álava. Para cada caso se ha entrevistado a una muestra de 40 personas productoras con diferentes perfiles: decidieron adoptar la innovación, decidieron no adoptarla o decidieron abandonarla después de haberla implantado. Además, se ha entrevistado a algunas de las organizaciones de asesoramiento mencionadas durante las entrevistas.

El objetivo de este artículo es explicar cómo funcionan los procesos de decisión para la innovación y de qué forma pueden potenciarse a la vista de los resultados obtenidos en el proyecto.

La transición hacia una agricultura y ganadería sostenibles requiere la adopción de innovaciones que sean económicamente viables, medioambientalmente beneficiosas y positivas a nivel social.

La adopción de estas innovaciones se entiende como la puesta en uso en la explotación, no solo de tecnologías sino también de prácticas agrícolas y ganaderas nuevas o ya existentes, o bien de nuevos procesos y formas de organización o de comercialización.

La innovación es un proceso complejo, con diferentes fases y que normalmente se da en respuesta a

Noelia Telletxea Senosiain y Ana Barandiaran del Olmo. INTIA

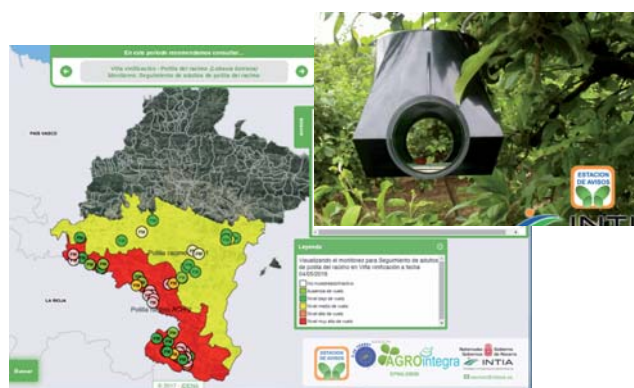


un evento desencadenante (relevo generacional, cambios en normativa, falta de rentabilidad, aumento de la demanda,...). Involucra a muchos actores que tienen diferentes papeles tratando de incentivar y extender su uso. El conocimiento de la innovación es un prerrequisito fundamental para poder adoptarla. **Tener fácil acceso a este conocimiento es esencial y el papel del asesoramiento impulsando la expansión de las innovaciones es clave en este sentido.**

Además del conocimiento, **la toma de decisiones innovadoras de las personas agricultoras y ganaderas está influenciada por otros múltiples factores:** factores relativos a la innovación (coste económico, facilidad para implantarla, beneficios, demanda...); factores relativos a la persona como la edad, la motivación, la tolerancia a asumir riesgos, la resistencia a cambio o la conciencia moral o medioambiental; y factores sociales y relaciones interpersonales de los/as agricultores/as y ganaderos/as.

El proyecto Agrilink ha permitido analizar en 13 países europeos cómo se lleva a cabo la toma de decisiones de las personas productoras y el papel del asesoramiento en este proceso. Concretamente en Navarra, INTIA ha estudiado este proceso, contando con la colaboración de productores y técnicos asesores, en **tres áreas de innovación: implementación de técnicas de Gestión Integrada de Plagas (GIP) en Navarra, circuitos cortos de comercialización en Navarra y retro-innovación en productos lácteos en Navarra y la CAV.**

GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS O TÉCNICAS GIP

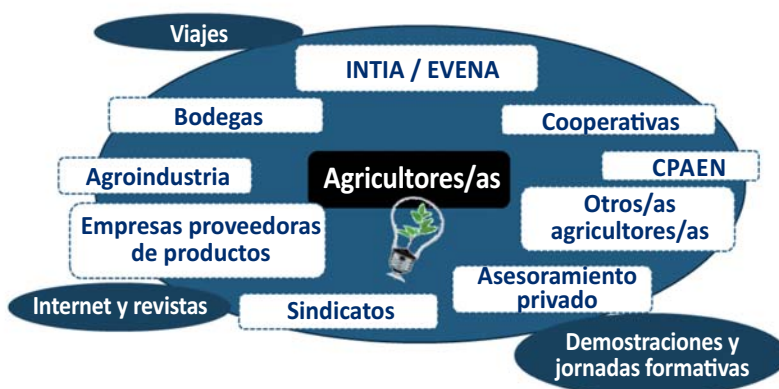


Los métodos de protección de cultivos basados exclusivamente en el uso de productos fitosanitarios y, a veces, su uso excesivo conllevan un importante riesgo medioambiental.

Existe un interés creciente en innovaciones basadas en la utilización de métodos alternativos que permitan reducir el uso de fitosanitarios y mejorar la biodiversidad, mitigando el impacto medioambiental de la protección de cultivos.

Tradicionalmente, el uso de técnicas GIP en Navarra ha estado basado en el uso de medidas preventivas y la Estación de Avi-

Gráfico 1. Actores que participan en la toma de decisiones de innovación en la agricultura



tos e INTIA han sido claves en la transmisión de este conocimiento a las personas que se dedican profesionalmente a la agricultura.

Otras técnicas GIP, como el control biológico y el uso de feromonas, han sido utilizadas principalmente en cultivos de invernadero y viña por agricultores ecológicos o aquellos más preocupados por aspectos medioambientales y de salud. Sin embargo en los últimos años, las nuevas normativas europeas, el aumento de la demanda, la participación en proyectos europeos y la pérdida de otras alternativas de control convencionales han acrecentado el interés y las necesidades de los/as agricultores/as para extender el uso de las técnicas a otros cultivos y más organizaciones de asesoramiento han entrado a formar parte de este área de innovación.

Quienes se dedican a la agricultura recurren a un amplio rango de fuentes de conocimiento y asesoramiento para recabar información sobre las técnicas (asesoramiento público, empresas proveedoras de productos, agroindustria, cooperativas...). La mayoría cuenta con una persona asesora de confianza que visita la explotación con regularidad, da soluciones a sus problemas y que juega un papel importante dando a conocer las innovaciones. En muchas ocasiones la actividad de los equipos asesores en la difusión de estas innovaciones es complementaria y más de un actor participa en la toma de decisiones. **(Gráfico 1)**

Quienes adoptan las decisiones de innovación lo hacen porque tienen una demanda, porque quieren reducir el uso de fitosanitarios y el número de tratamientos o porque conocen agricultores o agricultoras que las han aplicado y funcionan bien. De hecho, **la mayoría de profesionales agrícolas considera crucial la opinión y experiencia de otros agricultores o agricultoras vecinos a la hora de implementar innovaciones en sus parcelas.**

Al adoptarlas, admiten enfrentarse a muchas incertidumbres y a algunas barreras técnicas y económicas. Quienes deciden implantar las técnicas no lo hacen por obtener un mayor beneficio económico. Sí que se valora que su utilización presenta beneficios medioambientales. En esto hay coincidencia total.

La decisión de no adoptar la innovación viene determinada porque se consideran alternativas técnicamente más complejas de aplicar y más caras, por falta de demanda del mercado, miedos a peores eficacias y reducción de producciones, etc. Sin embargo, se observa que solo algunos/as agricultores/as de la muestra analizada deciden abandonar la innovación una vez implementada.

Tanto agricultores y agricultoras como personal técnico entrevistado consideran importante la formación y aumento de la tecnificación del personal de asesoramiento para que promuevan el uso de estas técnicas entre los profesionales a través de formación continua, demostrando su viabilidad técnica y económica en parcelas y compartiendo experiencias y buenas prácticas.

CIRCUITOS CORTOS DE COMERCIALIZACIÓN

La innovación sostenible analizada en este caso está basada en el uso de técnicas de comercialización alternativas para productos agrícolas (frutas y verduras) y ganaderos (leche y productos lácteos, carne y huevos).

Desde la década de 1980, la mayoría de la producción agrícola y ganadera en Navarra ha llevado un camino hacia la intensificación y ha sido comercializada por la agroindustria. Esto ha obligado a las explotaciones a tener que maximizar su producción para poder conseguir unos márgenes que les permitan subsistir.

Este tipo de comercialización a través de circuitos cortos solo se ha mantenido en el caso del queso de oveja, impulsado por la asociación Artzai Gazta, y en algunos casos concretos de frutas y verduras muy ligados a la gastronomía y al territorio (espárragos, cerezas, pimientos,...).

Durante esta última década también han crecido iniciativas de productores/as ecológicos/as que comercializan sus hortalizas frescas y de temporada a grupos de consumo mediante cestas semanales, a asociaciones de personas consumidoras (Landare, Bidazi) y en mercados de venta directa de productos frescos de granja como el de Estella-Lizarra.

Durante estos años no ha existido una estructura específica de apoyo para quienes quisieran hacer venta directa y el análisis demuestra que la decisión ha estado influenciada por personas de confianza como la familia, clave en este caso, por otras personas productoras cercanas y personal de asesoramiento de INTIA que, aunque su papel era el asesoramiento en la gestión técnico-económica de la explotación, les apoyaban en la inquietud por buscar nuevas alternativas para mejorar la rentabilidad de la explotación. (Gráfico 2)



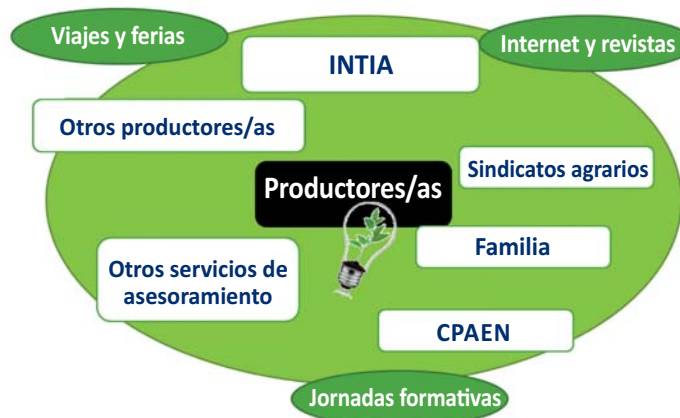
Foto de grupo de los participantes en la Jornada Agrilink organizada por INTIA en 2019, procedentes de diversos lugares de Europa.

Sin embargo, en la actualidad, la tendencia a conocer el origen de lo que comemos y su proceso de elaboración ha fomentado la demanda de productos locales más sostenibles y existen varias iniciativas para fomentar este tipo de comercialización que ofrece garantía de calidad y, al mismo tiempo, promueve el desarrollo local y la recuperación del sector agrícola y ganadero, afectado por un declive constante en los últimos años. Una de estas iniciativas es la puesta en marcha del centro de acopio de productos ecológicos EKOALDE para distribuir conjuntamente los productos de sus socios, gestionada por las propias personas productoras y especializada en la restauración colectiva.

La decisión de hacer venta directa aúna valores agroecológicos junto con intereses productivos y económicos. Se trata de explotaciones mayoritariamente familiares con miembros de la familia trabajando en la misma. En general, se entiende como una filosofía de vida unida a la satisfacción de poder quedarse en zonas rurales, con una producción diferenciada, con mayor calidad y valor añadido y teniendo comunicación directa con los/as consumidores/as.

La decisión de no adoptar este método de comercialización directa está motivada por la mayor carga de trabajo que supone la transformación, venta y distribución de los productos. En mu-

Gráfico 2. Actores que participan en la toma de decisiones de innovación en la comercialización por venta directa



chas ocasiones, quienes producen prefieren centrarse exclusivamente en la producción. **Los costes son un factor importante a la hora de evaluar la implementación de la venta directa**, sobre todo cuando la adopción supone inversiones importantes como en el caso de una quesería. Además, **las normas higiénico-sanitarias son un obstáculo importante para explotaciones pequeñas** y las personas entrevistadas solicitan su flexibilización, como ocurre en otros países europeos.

Para el fomento de este modo de comercialización, las personas productoras encuestadas creen que hace falta una mejor estructura de apoyo que trabaje entre otros temas en:

- El desarrollo del consumo de productos locales, utilizando los circuitos cortos en la restauración colectiva en general y los comedores escolares en particular.
- La creación de una marca que defina los criterios de 'Producto local' y permita poder publicitar conjuntamente.



RETROINNOVACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS

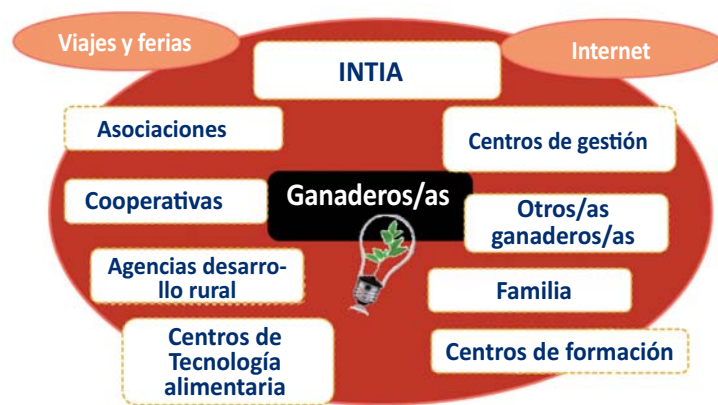
La innovación analizada en este caso se basa en el uso de la leche de vaca y oveja para la elaboración de nuevos productos lácteos (queso azul y otros tipos de queso, yogures, helados...) o la recuperación de viejas recetas (retroinnovación).

Durante las últimas décadas, la diversidad de productos lácteos se ha perdido en Navarra y País Vasco. La mayoría de los/as productores/as se han dedicado a la producción de queso con denominación (D.O. Idiazábal en el caso de las personas encuestadas) o han vendido la leche, olvidándose de las viejas recetas y conocimiento existente. A su vez, quienes querían diversificar el consumo han optado por la compra de lácteos de otros lugares.

La crisis y las condiciones desfavorables en el sector, la demanda de otro tipo de productos o la búsqueda de valor añadido son algunas razones que han motivado que algunas personas productoras decidan innovar y reintroducir estos nuevos productos en sus explotaciones. **Esta diversificación puede ser una oportunidad para la elaboración de nuevas familias de productos que complementen al clásico queso Idiazábal.**

En general, los desencadenantes para plantearse esta innovación son la necesidad de buscar nuevas oportunidades y soluciones ante los problemas que surgen en la explotación, la

Gráfico 3. Actores que participan en la toma de decisiones de innovación en el sector ganadero



demanda de nuevos productos por parte de la clientela habitual, el relevo generacional que hace que la persona que se va a hacer cargo de la explotación plantee nuevas estrategias, etc.

Se trata de una innovación ligada a la familia y al territorio y en muchos casos va ligada a la adopción de la venta directa como forma de comercialización. La diversificación proporciona una mayor independencia, permite residir en zonas rurales y supone una oportunidad de negocio. Sin embargo, implica una mayor carga de trabajo, mayores inversiones y enfrentarse a barreras técnicas y administrativas complejas. Al igual que en el caso anterior, la normativa higiénico-sanitaria también es un obstáculo muy importante.

La decisión de innovar es un proceso largo que requiere de una evaluación intensa (inversión, modificación instalaciones, nuevas recetas, etc.). En relación al asesoramiento, se diferencian dos fases en la toma de decisiones. En la primera fase quienes apoyan a los/as ganaderos/as no están necesariamente ligados a la innovación y fundamentalmente son las personas asesoras de confianza quienes les ayudan en la búsqueda de soluciones a los problemas o en el análisis de la viabilidad de diferentes opciones. Asociaciones y Agencias de Desarrollo Rural también son relevantes.

En una segunda fase, además del asesoramiento de la persona de confianza, **requieren el apoyo de equipos asesores específicos** sobre el producto a desarrollar y los centros de innovación alimentaria son los más importantes.



Más información del proyecto **AgriLink**

Página web: www.agrilink2020.eu

Facebook: <https://www.facebook.com/agrilink2020/>

Twitter: <https://twitter.com/AgriLink2020>



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement No 727577



ANÁLISIS

Encuesta a ganaderos de ovino Latxo de Navarra

M^a Puy Lana Soto, Beatriz Preciado Biurrun, Jesus M^a Lasarte Lasarte, Patxi Lazkanotegui Muxica y Itziar Hualde Zabalza. INTIA

El descenso paulatino del número de explotaciones de ovino de leche de raza Latxa, con titulares de edad avanzada y en muchos casos sin opciones de relevo, causa una destrucción del tejido productivo y un abandono del mundo rural.

Por esto, desde las entidades públicas y de acuerdo con las organizaciones ganaderas profesionales, se planteó en 2018 la necesidad de acometer un plan para la dinamización del ovino de raza Latxa. Con el fin de hacer un diagnóstico de la situación de los productores, se llevó a cabo una encuesta en la que participaron 23 explotaciones profesionales, todas ellas socias de INTIA y el 87% perteneciente a ASLANA

Este será el primero de una serie de artículos en los cuales se va a analizar la situación del sector de ovino de leche de raza Latxa en Navarra y las medidas a implementar para mejorar y dinamizar el mismo para así preservar su continuidad futura.

SISTEMA PRODUCTIVO DE OVINO LATXO EN LA MONTAÑA NAVARRA

La producción de ovino de leche de raza Latxa en Navarra es estacional, con un parto por oveja y año, con una agrupación de partos en los meses de noviembre o enero dependiendo de los rebaños, seguido de una lactancia natural de los corderos con su madre hasta su venta como lechales con 10-12 kg de peso vivo y ordeño de las madres durante 5-7 meses. Esa leche se destina fundamentalmente a elaborar quesos de las Denominaciones de Origen Idiazábal y Roncal.

La lactación de los corderos e inicio del ordeño se realiza con los animales estabulados y es a partir de inicios de marzo o abril, dependiendo de la zona y rebrote de las praderas, cuando las ovejas salen a pastorear las praderas próximas a la explotación.

En los meses de mayo-junio los rebaños suben a los montes comunales donde se alimentan del pasto y comienzan las labores de recolección y conservación de forraje para la alimentación invernal del ganado. Con el cese del ordeño (secado), se da por finalizada la campaña.

Este **sistema de producción tradicional y ligado a pastos** que hemos descrito es el que se da en la gran mayoría de las explotaciones de Navarra.



DISTRIBUCIÓN DE LAS EXPLOTACIONES

Las explotaciones de ovino de leche latxo están situadas en la zona norte de Navarra, principalmente en la comarca I (79 %), siendo Baztán el municipio con más rebaños de raza Latxa de ordeño (63), seguido por Araitz con 13. En esta comarca existe un número importante de rebaños en Maldaerreka y Barranca.

En la comarca IV, la mayor parte de explotaciones se encuentran distribuidas en localidades de las Amescoas (13 explotaciones) y, en la comarca II, Erro y Valcarlos son los municipios que cuentan con más explotaciones, 5 en cada uno.

En el año 2018 había en total 219 explotaciones de las que 212 manejaban ganado latxo en exclusiva y 7 eran explotaciones mixtas de ovino latxo y otros foráneos.

PERFIL DE LOS GANADEROS

En el 83% de las explotaciones (182 en total) de ovino de raza Latxa de Navarra, el titular es una persona física, siendo en un 60% ATP y explotación prioritaria.

Del total de personas físicas titulares de explotaciones, un **28,6% son mujeres y un 71,4% son hombres**. Respecto al rango de edad al que pertenecen, se pueden considerar jóvenes (<40 años) a un 12,6% de los titulares, mientras que **en el rango de más de 65 años se encuentran un 16,5% de las personas físicas** titulares de explotaciones. En los tramos intermedios se encuentra la mayor parte de las explotaciones (70,9% de las explotaciones).

En 37 explotaciones (17% del total de las explotaciones) la titularidad recae en personas jurídicas y, de ellas, el 86,5% son prioritarias (cuadro 9). Estas 37 sociedades están integradas por un total de 81 personas, de las cuales un 31% son mujeres y el 69% restante hombres. Un 20% de los socios pueden considerarse jóvenes (<40 años) y un 14% son mayores de 65 años.

Como puede verse en estas explotaciones hay proporcionalmente más jóvenes.

DIAGNÓSTICO DE NECESIDADES DEL SECTOR PRODUCTOR

El sector productor es el primer eslabón de la cadena de valor del ovino de leche, siendo la base sobre la que se sustenta todo el conjunto.

Ha pasado por momentos de crisis (retrasos importantes en los pagos de la leche entregada, desaparición de rutas de recogida, stock de quesos, precios bajos del cordero...) que han provocado el abandono de la actividad de un número importante de explotaciones.

ENCUESTA A PRODUCTORES

En total se han realizado 23 encuestas a explotaciones navarras que representan la parte más profesional del sector productor de ovino de leche latxo en Navarra.

De las 23 explotaciones encuestadas 7 son sociedades y el resto son personas físicas. Un 13% tienen menos de 40 años, un 39% entre 40 y 55 años, un 30,4% entre 55 y 65 años y un 17,4% de más de 65 años.

En el 96% de los casos se trata de ATP y las mismas son a su vez explotaciones prioritarias. En el 56,5% de los casos hay mujeres que trabajan en la explotación, en concreto en 13 explotaciones, pero sólo en 8 son titulares o socias. Por actividades, 9 de las mujeres trabajan con el rebaño y 7 trabajan en la elaboración o comercialización de queso.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA A PRODUCTORES

De las 23 explotaciones encuestadas, veinte manifiestan que continuarán con su explotación en los próximos 5 años. Un to-

tal de **11 explotaciones, cerca de la mitad, se plantean la posibilidad de relevo en un futuro próximo y de ellas 5 disponen de relevo**. De los que no disponen de relevo, **2 estarían dispuestos a ceder la explotación a un tercero**.

Las **dificultades o amenazas** que perciben los ganaderos y que dificultan su trabajo y su continuidad en el sector son las siguientes:

- **Aumento de trabajos administrativos.** En un 56,5% de las explotaciones.
- **Altas necesidades de inversiones.** En un 30,4% de las explotaciones (un 26% de las explotaciones ha manifestado tener que hacer renovación de maquinaria en 3 años).
- **Edad próxima a la jubilación y no relevo.** En un 26% de las explotaciones.
- **Baja rentabilidad.** En un 22% de las explotaciones.
- **Baja calidad de vida.** En un 22% de las explotaciones.
- **Altos costes de producción.** En un 4,35% de las explotaciones.
- **Dificultades en concesión de subvenciones.** En un 4,35% de las explotaciones.

Respecto a la **tendencia prevista** en las explotaciones sería la siguiente:

- Un 65% piensa continuar igual.
- Un 60,9% piensa mejorar la raza.
- Un 26% piensa aumentar la producción de leche.
- Un 26% piensa en producir con más forraje propio.
- Un 17,4% piensa aumentar la elaboración de queso.
- Un 17,4% piensa disminuir el censo de ovejas.
- Un 17,4% piensa aumentar el censo de ovejas.
- Un 4,35% piensa comenzar a elaborar queso.
- Un 4,35% piensa en disminuir la producción de leche.

La media de **producción de estas explotaciones es de 51.995 litros de leche**. De las 23 explotaciones en 10 se elaboran queso, 18 venden leche a D.O. Idiazábal y 11 a D.O. Roncal.

Respecto a la **comercialización** de los distintos productos podemos destacar que, en lo que se refiere a venta de leche, sólo una de las explotaciones está dentro de una organización de productores; no consideran que tengan problemas a la hora de recoger la leche pero sí que manifiestan incapacidad a la hora de negociar el precio de la leche. Veinte de las 23 explotaciones venden leche amparada por alguna denominación de origen. En cuanto a las explotaciones que comercializan queso, el 90% están en Artzai Gazta, sólo una de ellas manifiesta tener dificultades para la venta del queso y el 90% venden queso amparado por denominación. Respecto al cordero, ninguno vende a través de una organización de productores y aunque no tienen dificultades en la recogida de los corderos sí que muestran la incapacidad de negociar los precios. Tres explotaciones venden los corderos amparados por la IGP Cordero de Navarra. En el caso de la lana todos han manifestado las dificultades de venta de este producto.

Todas las explotaciones encuestadas reciben asesoramiento técnico por parte de INTIA y además el 83% recibe asesoramiento en calidad de leche, el 65% lleva gestión, el 78% lleva contabilidad y el 87% pertenece a ASLANA.

En cuanto a las **condiciones de trabajo** y la calidad de vida, en época de ordeño sólo en 3 explotaciones dicen tener algún día a la semana libre, 2 de ellas son sociedades y tienen 1 día libre o día y medio y la otra tiene medio día a la semana libre. En la temporada de no ordeño, las 3 explotaciones mantienen los días libres y otras 2 explotaciones dicen tener algún día libre a la semana. Sólo en 13 explotaciones dicen tener algún día de vacaciones a lo largo del año y la media de días disfrutados en estas explotaciones es de 7,6 días/año. Un 65% de las explotaciones reciben ayuda familiar para desarrollar su trabajo y 6 tienen contratada mano de obra cualificada. Diez explotaciones pueden contar con un servicio de sustitución en caso de enfermedad pero en ninguna explotación tienen servicio de sustitución para otros casos que no sea enfermedad.

En la valoración de cómo perciben su **calidad de vida**, siendo el rango de 1 a 5 (1 muy mala calidad de vida y 5 muy buena), la media se sitúa en 2,96. 8 explotaciones consideran que tienen una calidad de vida por debajo de 3, otras 8 consideran que su calidad de vida es normal o media, 6 que es buena y 1 que es buenisima.

De media, las explotaciones encuestadas manejan una **superficie agraria útil de 27,58 hectáreas**. El 78% de las explotaciones utiliza comunales con una estancia media de 4 meses al año en los mismos. De media, el 61% de la materia seca ingerida por los animales en ordeño es proporcionada por alimentos comprados. El 69,6% de las explotaciones compran forraje y de ellos mayoritariamente se compra alfalfa (81% de los que compran forraje). Un 87% de las explotaciones utiliza alimentos OGM. El 26% utiliza mezcla y el 17% utiliza carro mezclador.



SANIDAD ANIMAL

Tuberculosis: conocer y prevenir



Enfermedad para los animales y para las personas

Inés Zalba Agorreta. *Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Gobierno de Navarra.*

La tuberculosis es una enfermedad infecciosa, contagiosa, de curso crónico, que afecta tanto a los animales domésticos y silvestres, como a las personas (zoonosis). Los principales reservorios son los bovinos y caprinos pero también se puede encontrar en ovejas, cerdos, perros, gatos y animales silvestres como jabalíes, ciervos y tejones, que pueden contribuir al mantenimiento y difusión de la enfermedad.

El carácter zoonótico de esta enfermedad le confiere gran relevancia a nivel de salud pública. Se han descrito casos en personas (veterinarios, personal de matadero, ganaderos...) que trabajaban habitualmente con ganado, a los que posteriormente se diagnosticó que eran positivos a tuberculosis.

En animales de producción, la infección no solo supone un riesgo sanitario sino que además provoca grandes pérdidas económicas por disminución en la producción y bloqueo comercial para los animales y sus productos.

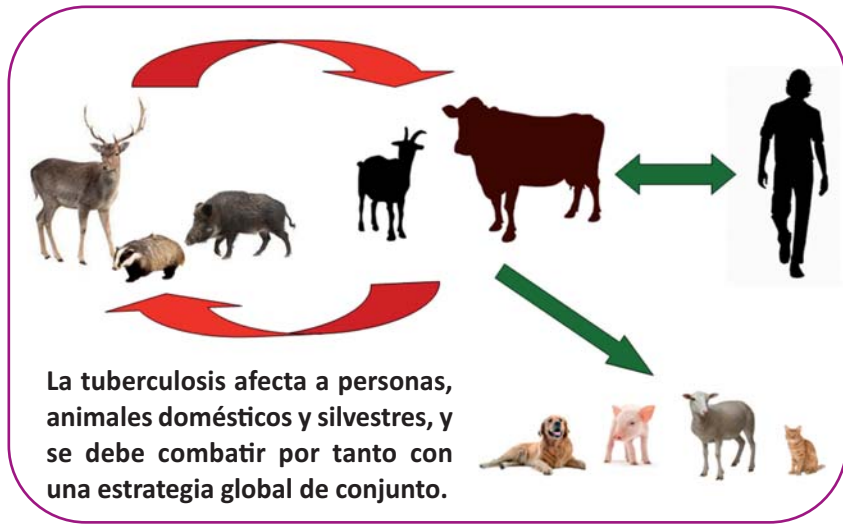
La Sección de Sanidad Animal del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra lleva

muchos años trabajando en la erradicación de esta enfermedad infecciosa, principalmente en el ganado bovino, y vigilando la enfermedad en fauna silvestre. Los resultados de estas campañas han sido buenos y en la actualidad la presencia de tuberculosis en ganado vacuno es baja.

Desde el Servicio de Ganadería se realizan campañas informativas para ganaderos y propietarios de ganado en general, sobre la prevención de enfermedades. Así, en enero de 2020, bajo el lema de "Cabras sanas" se inició la campaña de erradicación de tuberculosis en el 100% del ganado caprino de Navarra para descartar la presencia de tuberculosis en estos animales.

La mejor medida para evitar daños es prevenir la enfermedad. Con este artículo se pretende contribuir a la prevención, informando sobre las causas, factores de transmisión de la enfermedad y sobre el modo de cortar esa cadena de transmisión.

“Tenemos que dejar de hablar de tuberculosis bovina y referirnos a tuberculosis animal, porque afecta también a cabras, ovejas, cerdos, jabalíes, ciervos, tejones.... El corzo, la gineta y el zorro no son reservorios. Es una infección multihospedador que se transmite de forma indirecta, por ejemplo cuando en un punto de agua bebe un animal con tuberculosis y contamina el agua y el barro. La micobacteria sobrevive el tiempo suficiente para que cuando acuda otro animal a beber, aunque no coincida en el tiempo y aunque sea de distinta especie, se infecte. Lo mismo sucede en comederos, puntos de sal y, en general, en puntos de encuentro donde se den condiciones adecuadas de supervivencia de las bacterias. El control de la tuberculosis debe abarcar a todas las especies animales implicadas, domésticas y silvestres, y necesita de un diagnóstico epidemiológico preciso”, son palabras de Christian Gortazar, jefe del grupo de Sanidad y Biotecnología del Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos de Ciudad Real.



rante meses en el medio, sobre todo en lugares fríos, oscuros y húmedos. La máxima capacidad de resistencia se da cuando estos se encuentran protegidos por materia orgánica como pus, heces o barro. La exposición directa al sol, los rayos ultravioletas, la desecación y el aumento de la temperatura, son factores desfavorables para la supervivencia de las micobacterias. (Tabla 1)

AGENTE CAUSAL

La tuberculosis está producida por bacterias que pertenecen al género *Mycobacterium* principalmente de las siguientes especies:

- ***Mycobacterium bovis* (en adelante *M. bovis*)** que afecta preferentemente al ganado vacuno y caprino aunque también se ha descrito en muchas otras especies animales. No tiene especificidad por las personas pero estas se pueden infectar mediante un contacto estrecho con el vacuno y caprino infectado, y por la ingestión de leche cruda. Se da fundamentalmente cuando las condiciones higiénicas son deficientes.
- ***Mycobacterium caprae* (*M. caprae*)** afecta tanto a ganado caprino como a vacuno.
- ***Mycobacterium tuberculosis* (*M. tuberculosis*)** es el responsable de la gran mayoría de las personas enfermas de tuberculosis.

Aunque cada microorganismo tiene preferencia por unas especies concretas, y es en ellas donde se comporta de forma más agresiva, en determinadas situaciones, dependiendo del número de bacterias, vía de infección y respuesta inmunitaria del individuo, pueden afectar también a otras especies distintas.

Resistencia de las micobacterias en el medio exterior

A diferencia de los microorganismos que causan otras enfermedades, las micobacterias poseen una gran capacidad de supervivencia en el ambiente. Son capaces de sobrevivir du-

Tabla 1. Factores de influencia

Factores que favorecen la supervivencia de la micobacteria	Factores desfavorables para la supervivencia de la micobacteria
Frío	Calor
Humedad	Desecación
Oscuridad	Luz solar
Materia orgánica (estiércol, barro)	Radiación ultravioleta
Congelación	Temperatura de 70,5 °C



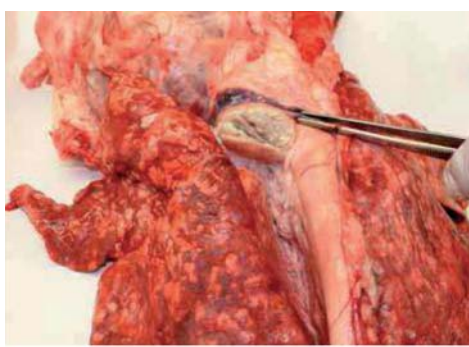
En el estiércol, protegido de la luz y a temperaturas entre 12 y 24º C, pueden sobrevivir entre seis meses y un año; 49 días en pastos húmedos y hasta cuatro semanas en tierra seca protegidos de la luz solar. No obstante, si son enterrados entre uno y cinco centímetros, su supervivencia es de uno a dos años.

En estiércol, pero expuestos a la luz solar, permanecen viables entre 18 y 31 días.

También es importante conocer que la viabilidad de *M. bovis* se mantiene durante más de 200 días en el agua a 18-24º C, siendo de casi dos años si además contiene materias fecales u orina.



Las vías de contagio de tuberculosis más frecuentes son la respiratoria y la digestiva



Ganglio pulmonar con lesiones de tuberculosis. Fuente Waldo L. García-Jimenez y Francisco J. Salguero. Anaporc

En una piedra de sal pueden sobrevivir hasta 48 horas.

Resisten la acción de ácidos, alcoholes, algunos desinfectantes y detergentes.

Los desinfectantes como la formalina al 3-8%, el fenol al 5%, los iodóforos y los fenoles al 2%, seguidos de los vapores de formaldehído, logran la destrucción de la bacteria siempre que no esté protegido por materia orgánica o tierra.

La temperatura superior a 60° C durante 15-20 minutos, también logra su inactivación pero es muy resistente a la congelación.

TRANSMISIÓN DE LA TUBERCULOSIS

Las vías de contagio más habituales son la respiratoria y la digestiva. También puede transmitirse de la madre al feto naciendo entonces el animal ya infectado.

La infección por vía respiratoria se produce por inhalación de las gotículas infectadas que una persona o animal enfermo ha expulsado al toser o al respirar. El riesgo aumenta cuando la densidad de individuos es elevada. **Esta vía es muy importante dentro de un mismo rebaño**, pero es rara entre especies distintas ya que la probabilidad de que ambas se encuentren, a menos de un metro, es baja.

Entre distintas especies la vía principal es la digestiva, mediante la ingestión de agua, piensos y alimentos contaminados por animales enfermos.

Los animales lactantes y las personas se contagian también al ingerir leche cruda procedente de hembras con tuberculosis.

Se sabe que el número de bacterias necesario para producir la infección resulta muy bajo, inferior a 100 unidades, siendo mayor el número necesario para producir la infección por vía digestiva.

La respuesta del sistema inmunitario es un factor determinante en la evolución de la enfermedad. Factores como la desnutrición, estrés y otras enfermedades consuntivas o inmu-

DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD

nosupresoras aumentan la susceptibilidad no sólo a la infección, sino también al padecimiento de la enfermedad. Los recién nacidos son más sensibles a la infección y al desarrollo de la tuberculosis.

La lesión inicial se localiza en el punto de entrada de la bacteria: intestino, pulmones o tonsilas y de forma casi inmediata, se afecta también el ganglio linfático regional. Las lesiones producidas en los órganos de entrada pueden llegar a desaparecer permaneciendo sin embargo, durante largo tiempo, las del ganglio linfático.

La tuberculosis puede evolucionar de diferentes formas:

- Curación y desaparición de las lesiones.
- Latencia durante largos periodos de tiempo, incluso toda la vida del animal, cuando su sistema inmunitario puede combatir las bacterias impidiendo que estas se multipliquen.

En este estado los animales infectados no contagian a otros pero son positivos y dan positivo a la prueba de la tuberculina. Tras su sacrificio, no se encuentran lesiones y es muy difícil el aislamiento de la micobacteria, aunque esto no quiere decir que sea un falso positivo, sino que no se puede confirmar debido a que la carga bacteriana es baja.

Cuando las defensas bajan, por estrés, gestación, lactación, mala alimentación, parasitismo, padecimiento de otras enfermedades, reinfecciones... las bacterias se activan y se multiplican, pasando entonces a la fase de enfermedad que puede originarse de las dos formas siguientes:

- Progresión de la lesión en el órgano afectado y
- Diseminación a otros órganos por vía linfática, sanguínea o directamente, en el caso de la tráquea y del tubo digestivo por la deglución de los esputos.

La tuberculosis es una enfermedad de evolución lenta y pueden pasar meses o incluso años hasta que el animal infectado muere. Durante ese tiempo, un solo individuo infectado puede transmitir la enfermedad a muchos otros antes de manifestar los primeros signos clínicos.

Debido a la realización de las campañas anuales de erradicación de tuberculosis, no es habitual que los animales positivos presenten síntomas o tengan lesiones.

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico a partir de los síntomas de tuberculosis carece de importancia en los animales debido en primer lugar a que, en las especies que son objeto de campañas de erradicación, no suele pasar el tiempo necesario para que se manifiesten los signos clínicos, y en segundo lugar, a que los síntomas no son específicos de tuberculosis y coinciden con los de otras enfermedades.

Se utilizan pruebas directas cuyo objetivo es identificar el agente causal, y pruebas indirectas en las que se detecta la respuesta inmunitaria que la bacteria produce en el animal infectado.

Como pruebas indirectas tenemos:

- **Tuberculina o intradermorreacción:** es una prueba diagnóstica de alta especificidad, capaz de detectar casi el 100% de los rebaños positivos aunque, a nivel individual, no sea demasiado sensible. Puede ser de dos tipos:
 - **Simple:** consiste en la inyección de tuberculina bovina dentro de la piel del animal y en la valoración de su respuesta a las 72 horas de la inoculación. Una respuesta positiva puede presentar aumento del grosor de la piel, exudación, edema, ulceración, dolor o inflamación de los ganglios linfáticos regionales.
 - **De comparación,** en la que, además de la tuberculina bovina, se aplica simultáneamente tuberculina aviar en otra localización diferente. Se utiliza para diferenciar las reacciones cruzadas causadas por otras micobacterias. La sensibilidad de esta prueba es menor que en el caso de la tuberculina simple y, por lo tanto, aumenta el riesgo de dejar animales positivos sin diagnosticar (falsos negativos).



Medida del grosor del pliegue de la piel. (Imagen: Tragsatec)

- **Gamma interferón:** la podemos definir como una "tuberculinización de la sangre" que se hace en el laboratorio. Es

una prueba más sensible y menos específica que la intradermorreacción, que detecta las infecciones más recientes.

- **Pruebas serológicas:** la técnica ELISA puede ser útil para diagnosticar animales en fases avanzadas de la enfermedad que incluso podrían dar negativo a la prueba de la tuberculina, pero no detecta infecciones recientes.

Entre las pruebas directas destacan:

- **Cultivo y aislamiento del agente causal a partir de lesiones compatibles con tuberculosis** cuando las haya y, en caso contrario, a partir de ganglios linfáticos retrofaríngeos, mandibulares, bronquiales, mediastínicos, supramamarios, y mesentéricos principalmente. Es una prueba muy lenta (requiere de uno a tres meses de tiempo) y menos sensible que la tuberculina (si es negativa, no quiere decir que el animal sea negativo).

Posteriormente, para identificar la micobacteria, se pueden utilizar pruebas bioquímicas y PCR.

- **PCR o Reacción en Cadena de la Polimerasa.** Es una prueba rápida de alta sensibilidad y especificidad que se realiza en el laboratorio. Consiste en cortar un fragmento de ADN específico de la micobacteria y hacer millones de copias de dicho fragmento hasta que se pueda detectar con facilidad.



PREVENCIÓN Y CONTROL

La vacunación contra la tuberculosis está prohibida por la normativa que regula los programas nacionales de erradicación de enfermedades (Real Decreto 2611/1996 y sus modificaciones).

Esta prohibición se debe principalmente a que la vacunación contra la tuberculosis interferiría con las pruebas diagnósticas de la enfermedad, es decir, un animal vacunado daría positivo a la tuberculina y al gamma-interferón, tampoco evitaría que el animal vacunado se infectara y pudiera contagiar la tuberculosis a otros animales y además, retrasaría el objetivo del programa nacional que es la erradicación de la tuberculosis.

Para prevenir el contagio de tuberculosis es muy importante:

- **Controlar los movimientos de animales:** compras, acceso

a pastos comunales, ferias y todos aquellos que supongan contacto con animales de distintas procedencias.

- **Cumplir las medidas de bioseguridad en las explotaciones y extremarlas en los puntos de riesgo como abrevaderos y comederos** en los sistemas de producción extensivos, a los que pueden acceder tanto los animales domésticos como los silvestres, aunque no coincidan en el mismo momento.
- Realizar las campañas de saneamiento ganadero.
- Continuar la vigilancia en la fauna silvestre, estabilizar su población y controlar los residuos de caza.
- Seguir con la inspección en los mataderos.

TUBERCULOSIS EN FAUNA SILVESTRE

Jabalíes

Juegan un papel importante en el mantenimiento y difusión de esta enfermedad debido a su elevada población, a su amplia distribución, a su frecuente interacción con otras especies de animales sensibles y a la alta prevalencia de tuberculosis diagnosticada en jabalíes.

Véase el artículo **“El jabalí como reservorio de la tuberculosis”** de David Navarro y Raquel Munárriz, publicado en Navarra Agraria nº 225, de noviembre-diciembre 2017.

Ciervos



Fuente Zalba C. (2017)

Suponen un problema en el suroeste de España y Portugal, pero no en la zona norte donde la prevalencia de tuberculosis en ciervos es baja. Esta especie se sitúa en segundo lugar, por detrás del jabalí, en cuanto a importancia en el mantenimiento y difusión de la tuberculosis.

Tejones

Desarrollan tuberculosis urinaria y eliminan bacterias al exterior con la orina. Las lesiones de sus ganglios linfáticos se abren al exterior contaminando el medio.

Juegan un papel muy importante en la tuberculosis del suroeste de Reino Unido pero se desconoce su trascendencia en España.

Corzos

La tuberculosis es excepcional en esta especie y nunca se han encontrado lesiones que puedan difundir la enfermedad.

La caza es necesaria para controlar la superpoblación de jabalíes



El corzo, la gineteta y el zorro no se consideran reservorios de tuberculosis

Olondriz A. (2019)



Buitres

Las bacterias causantes de la tuberculosis están muy poco adaptadas a las aves y en el caso de los buitres, la acidez de sus estómagos destruye los microorganismos.

Es muy importante que los residuos de caza, vísceras e intestinos, no se oculten debajo de arbustos, zarzas o en zonas arboladas sólo al alcance de zorros y jabalíes. Es preferible dejarlas en lugares despejados a los que puedan acceder los buitres ya que son la mejor opción a la hora de eliminar cadáveres y residuos. Se les atribuye un papel beneficioso en el control sanitario de enfermedades.

TUBERCULOSIS EN ANIMALES DOMÉSTICOS NO RUMIANTES

Porcino

Al igual que el jabalí, el cerdo es sensible a la tuberculosis pero, en la mayoría de los casos, las lesiones que se producen no progresan, no se diseminan por el cuerpo, no hacen que el cerdo enferme y no se eliminan micobacterias al exterior.

Los cerdos no son objeto de campañas de saneamiento de tuberculosis y por lo tanto la información acerca de esta infección en ganado porcino se basa fundamentalmente en estudios realizados en animales inspeccionados en mataderos. Cobra cierta relevancia en el suroeste de España donde los cerdos, criados en sistemas extensivos, pueden tener contacto con reservorios de la enfermedad. De hecho se ha observado la relación existente entre la aparición de brotes de tuberculosis en porcino y la presencia en el mismo entorno de otros reservorios, bien sean domésticos como el bovino o el caprino o salvajes como el jabalí.

Perros

Se contagian principalmente por vía digestiva y respiratoria. Son sensibles tanto al *M. bovis* como al *M. tuberculosis* y la posibilidad de infección por uno u otro dependerá del lugar donde se encuentre el animal. En ciudades es más frecuente el contagio de *M. tuberculosis* por vía respiratoria, atribuida al contacto con personas infectadas, y en animales que viven en granjas o en contacto con ganado, es más frecuente la infección por *M. bovis* por consumo de leche cruda y vísceras (pulmones principalmente) de animales enfermos.

La tuberculosis en el perro puede presentar distintas formas: pulmonar, digestiva y diseminada. Los órganos que más frecuentemente aparecen afectados son los ganglios pulmonares y los pulmones. La principal vía de eliminación de micobacterias en esta especie es la respiratoria.

Gatos

Son muy sensibles a la tuberculosis causada por el *M. bovis*. Las infecciones se producen por consumo reiterado de leche y vísceras, especialmente pulmones, de animales enfermos.

Las lesiones que se originan en sus ganglios linfáticos, al igual que ocurre en el tejón, fistulizan al exterior contaminando el medio con micobacterias. También se eliminan en esputos, heces y orina, constituyendo una fuente de contagio para personas y animales. Está documentado un caso en el que el gato fue la causa del rebrote de tuberculosis en una explotación de vacuno.

La existencia de perros y gatos infectados por *M. bovis* constituye una fuente potencial de reinfección para los animales de producción y deben ser



Hay que extremar las medidas de bioseguridad en los puntos de riesgo como balsas, abrevaderos y comederos en los sistemas de producción extensivos, a los que pueden acceder tanto los animales domésticos como los silvestres (ciervos, jabalíes...)

tenidos en cuenta en las investigaciones epidemiológicas cuando se encuentran dificultades en la erradicación de la tuberculosis en explotaciones ganaderas.

Caballos

Se desconoce su papel en la transmisión de la tuberculosis. Se ha descrito algún animal con lesiones pero se considera que puede ser un fondo de saco epidemiológico, es decir, que no contribuye a la difusión de la enfermedad.

TUBERCULOSIS HUMANA

La tuberculosis es la novena causa mundial de muerte y la primera debida a enfermedades infecciosas, por encima del SIDA. Según la Organización Mundial de Salud, en 2016 se contabilizaron unos 10,4 millones de casos de tuberculosis en todo el mundo. Murieron 1.300.000 personas y, de ellas, el 56% vivían en cinco países: India, Indonesia, China, Filipinas y Pakistán.

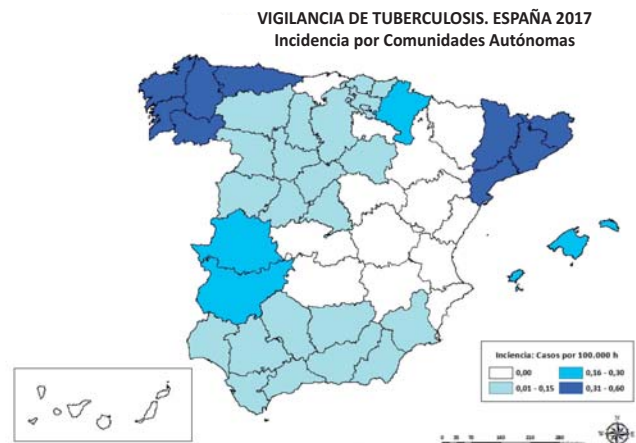
En España, según la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica, en el año 2015 se registraron 4.191 casos de tuberculosis. En cifras absolutas se sitúa por detrás de Rumania con 15.195 casos, Polonia 6.430, Reino Unido 6.240 casos, Alemania 5.885 y Francia 4.788, según los últimos datos disponibles del Centro Europeo para la Prevención y el Control de Enfermedades.

La tasa de incidencia española, nueve casos por cada 100.000 habitantes, también se sitúa entre las más altas de la Unión Europea, por detrás de países como Rumania con 76,5, Lituania 51,6, Letonia 36,6, Bulgaria 23, Portugal 20,5, Polonia 16,9, Estonia 16,5, Croacia 11,5 y Reino Unido con 9,6.

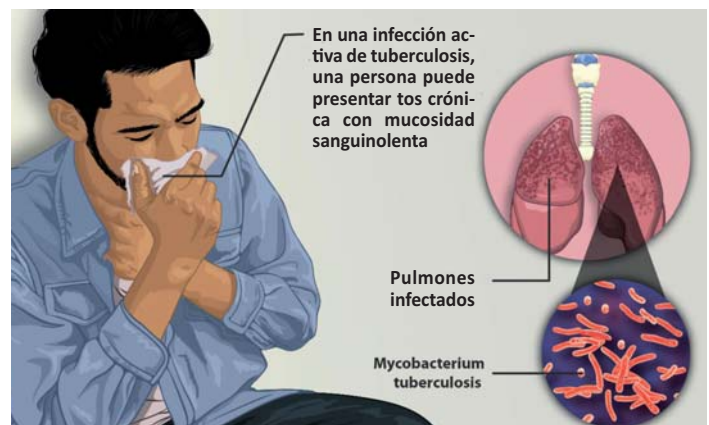
Durante el año 2017 se confirmaron en España 55 casos de tuberculosis, debida a *M. bovis*, en personas, lo que supone una tasa de notificación del 0,12 por 100.000 habitantes. Las CCAA que se vieron más afectadas fueron Galicia, Asturias y Cataluña. (Gráfico 1)



Gráfico 1. Incidencia de tuberculosis en España debida a *M. bovis* en 2017



Fuente: Centro Nacional de Epidemiología. Enfermedades de Declaración Obligatoria



El *M. tuberculosis* es el principal causante de la tuberculosis humana.

Agente causal

El causante más común de la tuberculosis humana es el *M. tuberculosis* y se calcula que, sólo en un 3% de los casos, el *M. bovis* es el responsable. En general, se considera que *M. bovis* es menos agresivo para las personas que el *M. tuberculosis* y de la misma forma también, que la transmisión de la micobacteria bovina entre humanos es rara.

Transmisión

El mecanismo de transmisión más habitual es la vía respiratoria a partir de enfermos con lesiones pulmonares que eliminan bacterias al hablar, toser o estornudar. Las personas que se encuentran en su proximidad se infectan al inhalar estas micobacterias.

En áreas donde la tuberculosis bovina o caprina es habitual, el ganado también actúa como fuente de infección, pudiendo contagiar la enfermedad por vía digestiva si se consumen leche o productos lácteos sin pasteurizar.

En el ámbito laboral la transmisión se produce principalmente por vía respiratoria, mediante la inhalación de bioaerosoles, y por el contacto directo de material infectado con mucosas o heridas en la piel. **Actividades con riesgo son la ganadería, veterinaria, caza, captura de animales y servicios relacionados**, zoológicos, mataderos, procesado, conservación de carne y elaboración de productos cárnicos, y procesado de la leche y fabricación de productos lácteos.

La pasteurización de la leche y la instauración de las campañas de erradicación de tuberculosis en el ganado, han supuesto una disminución de la prevalencia de la enfermedad tanto en los animales como en las personas.

El consumo de leche cruda es una vía de contagio de tuberculosis en países en que carecen de programas de erradicación de esta enfermedad.



Desarrollo de la enfermedad

En el 90% de los casos la respuesta inmunitaria es suficiente para evitar el desarrollo de enfermedad y las micobacterias permanecen en estado latente. Las personas con infección de tuberculosis en estado latente no se sienten enfermas, no presentan síntomas y no contagian la tuberculosis a otras personas.

En el otro 10% de los casos, la infección progresa a enfermedad y se producen manifestaciones clínicas. El riesgo de desarrollar enfermedad es máximo durante los dos primeros años tras la infección. El principal factor que aumenta la probabilidad de desarrollar la enfermedad entre los infectados es el SIDA, pero hay otros muchos que también la favorecen como son la diabetes, la silicosis, los tratamientos inmunosupresores, la insuficiencia renal crónica, los tumores, la pobreza, la desnutrición y el tabaquismo. Los niños menores de 5 años son especialmente sensibles a la tuberculosis.

Síntomas

Las personas que tienen enfermedad de tuberculosis, por lo general, presentan síntomas y pueden transmitir las micobacterias a los demás.

Los síntomas generales incluyen debilidad progresiva, pérdida de peso, fiebre fluctuante, falta de apetito, escalofríos y sudores nocturnos. Otros, más específicos, dependen de la parte del cuerpo afectada que puede ser cualquier órgano: cerebro, riñones, piel, huesos, articulaciones..., aunque la forma pulmo-

nar es la más frecuente y en este caso, se caracteriza además, por tos intensa, seca y dolorosa, aceleración de la respiración, dificultad de respirar y esputos con sangre. Si la parte afectada es el tracto gastrointestinal, se dan diarrea, vómitos, inflamación y dolor abdominal.

Tratamiento

La mayoría de las muertes por tuberculosis podrían evitarse con un diagnóstico precoz y un tratamiento apropiado. Cada año se diagnostican y tratan eficazmente millones de personas con tuberculosis, lo que evita millones de muertes, 53 millones entre 2000 y 2016, pero sigue habiendo grandes lagunas en la detección y el tratamiento.

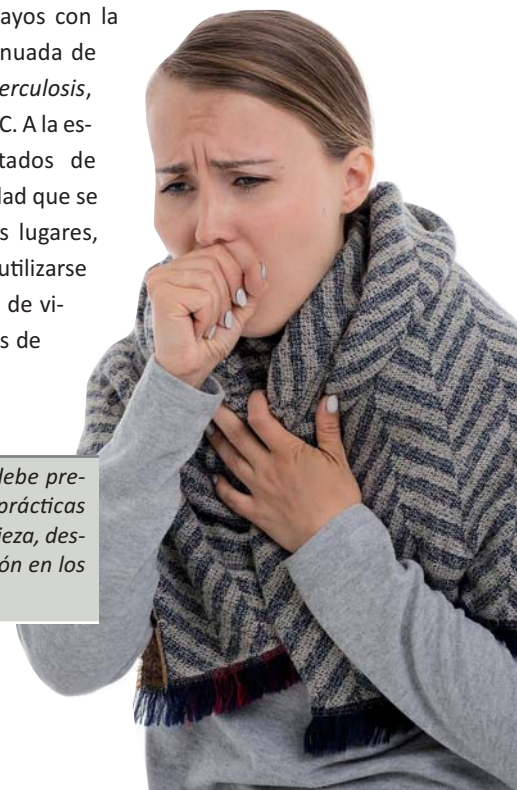
Prevención

La tuberculosis se debe prevenir con buenas prácticas higiénicas y manteniendo los locales en condiciones adecuadas de ventilación, limpieza y desinfección.

Otra medida preventiva es la inmunización. La vacuna BCG contra la tuberculosis fue desarrollada en el laboratorio a partir de una cepa de *M. bovis* patógena en el ganado. Tras un proceso de atenuación realizado en laboratorio a lo largo de 13 años, esta cepa perdió virulencia hasta hacer segura su aplicación. Proporciona cierta protección contra la tuberculosis humana.

Actualmente, un equipo liderado por el investigador español Carlos Martín Montañés, del Grupo de Genética de Micobacterias de la Universidad de Zaragoza, está realizando ensayos con la primera vacuna atenuada de una cepa de *M. tuberculosis*, denominada MTBVAC. A la espera de los resultados de seguridad e inmunidad que se realizan en distintos lugares, esta vacuna podría utilizarse para salvar millones de vidas en países en vías de desarrollo.

La tuberculosis se debe prevenir con buenas prácticas higiénicas, con limpieza, desinfección y ventilación en los locales y granjas.





Seguimos cerca apoyando a nuestro sector

A pesar de estos difíciles momentos que estamos atravesando a causa del COVID-19, **el sector primario** sigue adelante. Por ello, **desde Caja Rural de Navarra seguimos apoyando a nuestro sector. ¿Cómo?**



LÍNEAS DE FINANCIACION ESPECIALES COVID-19

- ✓ Pagos de salarios
- ✓ Necesidades de circulante
- ✓ Facturas
- ✓ Pagos cuotas de préstamo

¿A QUIÉN VA DIRIGIDO?

A todas las actividades afectadas por el COVID-19

- ✓ Agricultores y Ganaderos
- ✓ Bodegas
- ✓ Cooperativas
- ✓ OTROS (Planta ornamental, etc.)



Por último, nuestros gestores de PAC siguen tramitando las solicitudes vía telemática (teléfono/correo) para que puedas registrar en plazo tu solicitud y anticipar las ayudas si así lo deseas.

Consulta estas Líneas en tu oficina más cercana o en www.cajaruraldenavarra.com/seguidmos-cerca



**CAJA RURAL
DE NAVARRA**

Volveremos a estar cerca.



Más de 100 años al
servicio comercial y empresarial
de los agricultores y ganaderos de
las cooperativas socias



CACECO



Cereales
Fitosanitarios

Frutas y verduras
Piensos

Avícola
Repuestos

Porcino
Carburantes

Fertilizantes
Correduría de seguros

Semillas
Correduría de seguros

www.grupoan.com